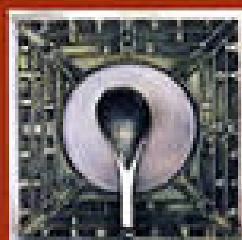
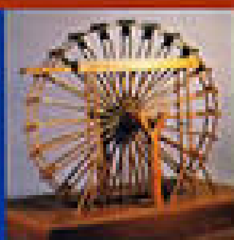
图说中国文化





科技卷

王兴文/编著

中华民族不仅是一个勤劳勇敢的民族，更是一个聪明智慧的民族。在历史长河中，中华民族在科学技术领域里，敲钟问响，取得了丰硕成果。古代天文学、物理学、化学、地理学、医药学以及建筑、纺织、陶瓷、造船、水利建设等方面的杰出成就，都曾经在世界上居于领先地位。历史是全息的，在科学技术昌明的中华大地上，必将绽放出更加灿烂的科技之花。



博学典藏



吉林人民出版社

图说中国文化



科技卷

王兴文　编著

吉林人民出版社



图书在版编目(CIP)数据

图说中国文化·科技卷/王兴文编著.— 长春:吉林人民出版社,2007.10
ISBN 978-7-206-05387-0
Ⅰ.图… Ⅱ.王… Ⅲ.①传统文化—中国—图解 ②自然科学史—中国—古代—图解 Ⅳ.G12-64 N092-64
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 146530 号



图说中国文化
科 技 卷

编　　著:王兴文
责任编辑:刘文辉　　封面设计:张　娜　张　迅　　责任校对:阎　勇
吉林人民出版社出版 发行(长春市人民大街 7548 号　邮政编码:130022)
网　　址:www.jlpph.com
全国新华书店经销
发行热线:0431-85395845　85395821
印　　刷:长春新华印刷厂
开　　本:810mm×1060mm　1/16
印　　张:13　　字　　数:180 千字　　图　　片:300 幅
标准书号:ISBN 978-7-206-05387-0
版　　次:2007 年 10 月第 1 版　　印　　次:2007 年 10 月第 1 次印刷
印　　数:1-10 000 册
本卷定价:26.00 元　　全套(10 卷)定价:260.00 元

总序

中国传统文化源远流长，博大精深，凝结着炎黄子孙改造世界的辉煌业绩，包含着华夏先哲的无穷智慧，是先民留给后人的一份极其丰赡、弥足珍贵的宝藏，是人类文化园地中一朵璀璨的奇葩。在中华五千年的文明史上，传统文化就像一位永不疲倦的精神纤夫，牵引着历史航船破浪前行。

中国传统文化纷繁复杂。它主要包括物质文化、制度文化和精神文化三个层面。物质文化是指经过改造了的自然存在物；制度文化是指人类在改造自然过程中形成的人与人的关系以及规范化了的经济、政治、教育等各种制度、体制和方式；精神文化是指人类在加工自然、塑造自我的过程中形成的价值观念、心理状态、思维方式、审美情趣、道德风尚、宗教信仰、民族习性等等。随着历史的发展和社会的进步，中国传统文化中的某些文化因子已经成了明日黄花，但有许多文化因子具有着超越时空的生命力，直到今天仍然是我们推进历史发展的“价值客体”。

中华民族历来有着尊重历史、珍视文化、继承发展、综合创新的优秀文化传统。尤其是在科学发展、促进和谐的今天，我们更应该大力开掘中华传统文化这一丰富的宝藏。正如罗曼·罗兰所说：人类历史上的那些优秀文化遗产就如一座座高峰，我们要定期登上这些山峰去看一看，去呼吸新鲜空气去汲取营养，然后我们才能神清气爽地下得山来，勇敢地投入生活。对于中华民族来说，汲来中国传统文化这渠活水，它可以为今天的社会主义现代化建设提供精神动力、智力支持和文化保证。对于我们每个人来说，学习和吸收中华传统文化，“它能给勇敢者以智慧，也能给勤奋者以收获”；“它能给懦弱者以坚强，也能给善良者以欢乐”……

中国传统文化是特定历史时代的产物。随着历史的高歌猛进，中国传统文化所使用的语言，当时虽然明白易晓，今天却变得古奥难懂了；所反映的生活，当时虽然真切实在，今天却显得遥远隔膜了；所表达的观念，当时虽然几乎妇孺皆知，今天却已经逐渐被人淡忘了。为了便于广大读者学习，我们吉林人民出版社组织编写了这套《图说中国文化》丛书。全书共分十卷：思想卷、文学卷、艺术卷、科技卷、考古发现卷、建筑工程卷、中医中药卷、器物卷、饮食卷、民俗卷。每卷均采取图文并茂的方式，或对文化巨人、文化思想，或对文化事象、文化运动，予以阐释。但要凿通悠悠的时空隧道，破解往圣先贤们的符号编码，却是一件十分困难的事情，而且尚有许多见仁见智、悬案百年的问题。因此，我们的叙述和阐释只是读者达到彼岸的桥梁，而它们本身并不是彼岸。

面对浩瀚的中国传统文化，我们这套小丛书只能说是在海边采撷了几个小小的贝壳，远谈不上包罗净尽、解说确当，更不待说尽其精要、毕发奥旨了。为此，我们真诚地希望广大读者批评指教，以期日后改正提高。

胡维革

2007年8月28日





目录

科技卷





目录

科技卷





目录

科技卷







目录

科技卷





前言



科技文化是一个国家发展的脊梁，是一个社会立足的根本，是一个时代前进的保证。

从古至今在漫漫五千年的历史长河中，勤劳智慧的中国人民为我们留下了许多珍贵的科技文物，在科学技术领域取得了累累的硕果。中华民族的伟大先民们在古代天文学、物理学、化学、地学、医药学以及建筑、纺织、陶瓷、造船、水利建设等方面都颇有建树。家喻户晓的火药、指南针、造纸术、印刷术四大发明更是促进了整个人类文明的长足进步，代表了古代中国封建社会的科技文化成就，代表了全人类在封建时代所达到的高超水平，在世界科技文化发展史册上占有辉煌灿烂的一页。

那么，让我们再把视点转移到当今经济全球化和知识经济的大背景下吧！如今世界上的各个国家，都在不断地竞争综合国力并呈现日趋激烈的势头。众所周知，综合国力竞争的核心之一就是科技实力的较量。中国曾经拥有辉煌灿烂的古代科技文明，如今随着欧美欣欣向荣的文化产业对中国新生代潜移默化的文化渗透，人们对中国传统文化的漠视与抨击造成了科技在中国的落后。

马克思说过："人们创造自己的历史，但是他们不是随心所欲地创造，并不是在他们自己选定的条件下创造，而是在自己直接碰到的既定的、从过去继承下来的条件下创造。"虽然古代中国科技的辉煌已经逝去，但是中国的科技文化是可以从"直接碰到的既定的、从过去的条件下"去"继承创造"的。我们的祖先在古代所取得的极具创造性的与先进性的成就，就足以证明我们的国家、我们的民族是一个富有创造力的集体。我们完全可以继承祖先们勇于创新、积极开拓的精神，促进我国科技产业的发展，开创中华民族伟大复兴之路。而要真正实现这个理想，就需要我们青少年对古代中国的科技创造有所了解方可。

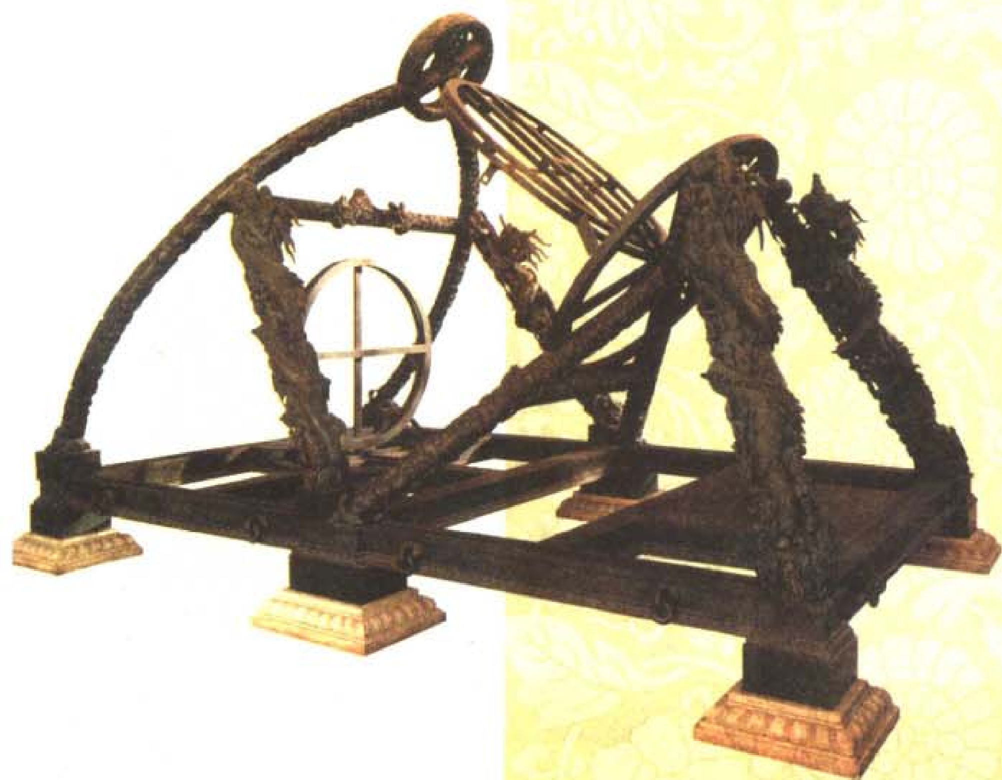
本套丛书是图说系列，因此以图片为主，配以精辟简洁、优美通俗的文字，形式独特新颖，介绍中穿插了许多小故事，具有较强的知识性、可读性以及趣味性，使得青少年读者对中



国古代科技发展有一个清晰的了解。《图书中国文化·科技卷》按照不同的历史分期，通过全新的体例、模式来整合介绍，涵盖了科技文化领域的农业、工业、手工业、天文学、数学、地理学、医药学、物理学、化学、生物学、建筑学等方方面面，以朝代为经，以人物和发明创造成就为纬，经纬交织，全面呈现了每一个历史时期的科技成就。每一篇文章都是图文并茂，时而穿插故事，又附知识链接，立体地反映了中国的古代科技成就，展示了中国渊远流长的历史和博大精深的文化。通过这种结合，使得文字信息更加生动，更加丰富多彩，更适合青少年选读，让他们深刻感受中国科技的发达和文化的底蕴，从而给人一种阅读上的心理震撼。

作者

2007 年 9 月



001 华夏民族的科技发端



人类从诞生之日起，便在延绵不绝的历史长河中找寻着未来的方向。作为大自然中的一个个体，为了求得生存，人类更是与自然界进行着永无休止的斗争。而工具的产生为人类开启了一扇通往科技文明的大门。

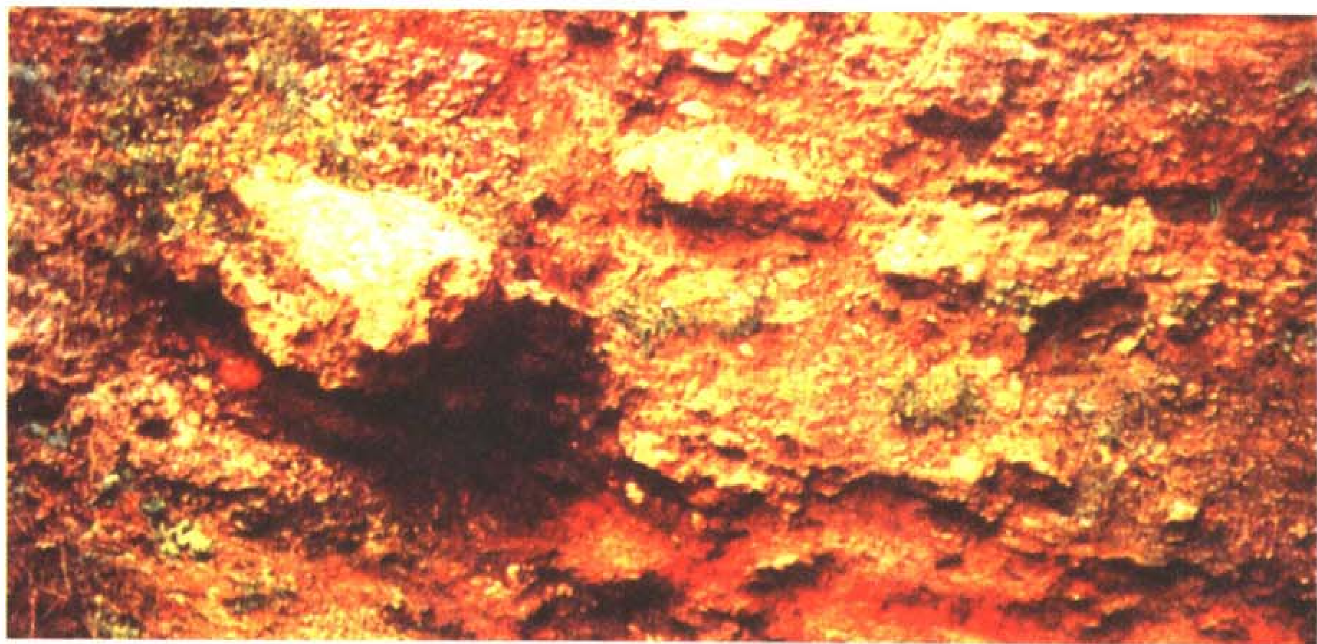
栖息于神州大地的炎黄子孙是人类最早的远古居民之一，其中已知最古老的属现在云南省境内的元谋人，他们生活的时代，距今约170万年。在那个时候，他们已学会制造石器和使用火，我国发现最早的工具就是他们使用的刮削石器。这一时期也就是史学界所称之的"旧石器时代"。

随着时光的流逝，在距今7000年至5000年的时候，我国开始进入新石器时代。这个在考古学上以磨光石器的流行和陶器的使用为标志的时代是我国原始社会最辉煌的时期，中华民族的祖先们也正是在这个时候为灿烂的华夏文明打下了坚实的基础。这主要表现在三大领域的文明成就：

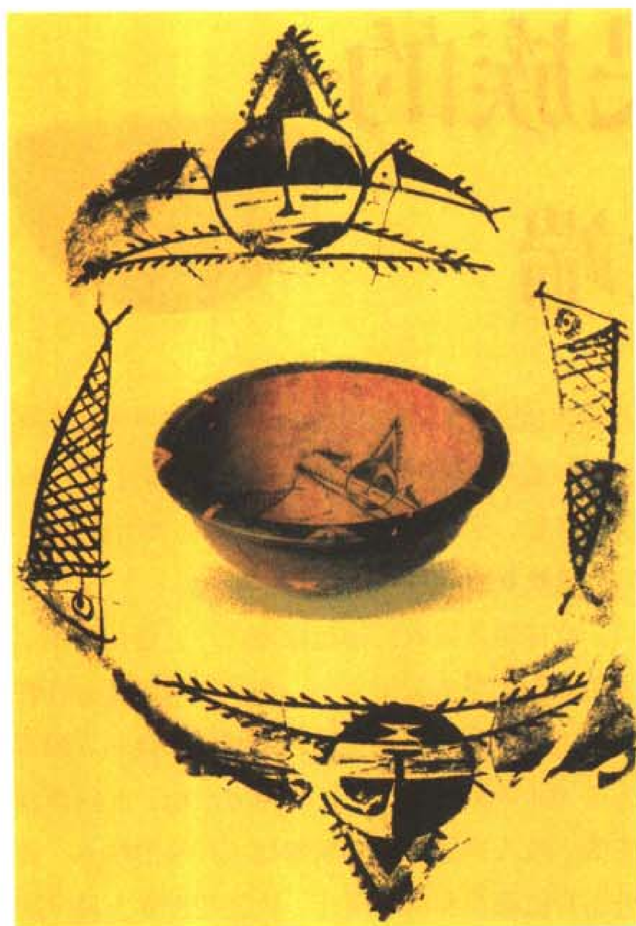
原始农业

我国是世界农作物起源地之一，也是世界上发明农业最早的国家之一。在我国境内就有许许多多古代原始农业的痕迹。如浙江余姚的河姆渡人在7000多年前就已经开始种植水稻，而陕西西安的半坡人则在同一时期掌握了种粟的技术，此外还种植蔬菜和麻。因此，我国是世界上最早培植水稻和粟的国家，对人类社会做出了杰出的贡献。

与此同时，我们的祖先还发明了一系列的耕作工具，有翻土的石铲、石锛，复合的翻土工具



北京猿人居住遗址 距今约70万年至20万年



人面鱼纹彩陶盆

耒耜，收割的石镰、蚌镰、石刀，除草的石锄、石耘、蚌锄等。这些工具在我国的古文献中都有记载，《左传·昭公二十九年》就有放火燃荒，用木耒挖土下种的说法。此外河北邯郸涧沟在新石器时代晚期还曾出现水井。

葫芦形网纹彩陶壶



制陶工艺

陶器是人类最早通过化学变化将一种物质转变为另一种物质的科学活动。早在新石器时代我国的先民就已掌握了制陶的技术。在河南新郑的裴李岗、河北武安磁山出土的陶器，是生活于黄河流域的人类使用最早的陶器。仰韶文化的彩陶不但是先民的日常用具，而且是最初的艺术品。山东龙山文化的黑陶也是陶器中的名品。它质地坚致，胎薄如蛋壳，又称为“蛋壳陶”。

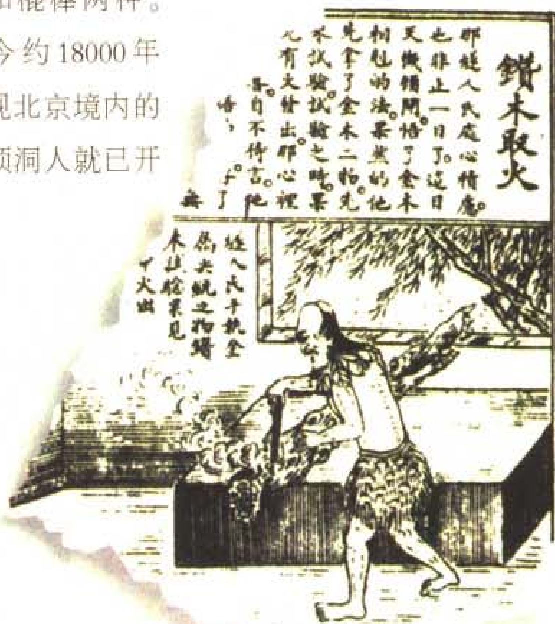
这两种陶器制造时在选料、制胎工艺上较以往更为讲究，还出现了一种装饰方法——磨光。最初的陶器是露天烧制的，到了新石器时代已经有了陶窑，烧制温度可达摄氏1000度，并采用高温封顶、渗水的方法，再加上高岭土的使用，为以后向瓷器的过渡起了铺路作用。

石器的磨制和钻孔

据古人类学者的估计，人类开始制造工具，距今约有300万年了。迄今为止，发现的最早石制工具是坦桑尼亚奥杜韦峡谷发现的200万年前的石器，是用于砍砸的工具。元谋人的刮削石器，距今已有170万年了。

我国的祖先所制的石器，根据器形可分为砍砸器——用于砍树砸石和刮削器——用于加工猎物和棍棒两种。

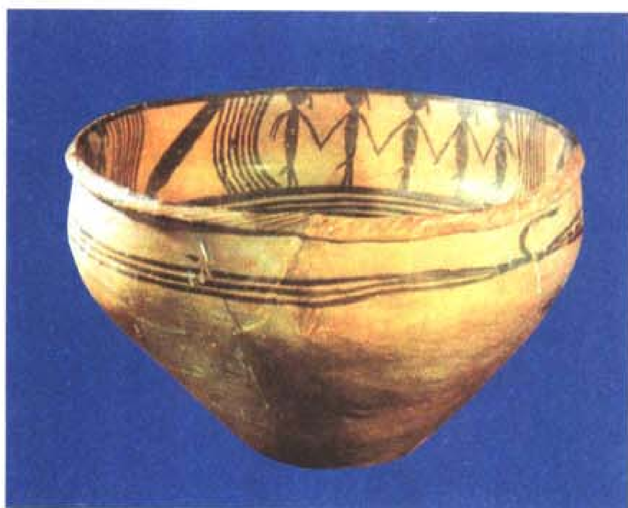
距今约18000年的现北京境内的山顶洞人就已开





始拥有骨针、磨光的鹿角、钻孔的石珠、染红的青鱼上眼骨等饰品，由此可见，那个时候的人们已经开始使用打制石器，掌握了钻孔和磨光、染色的萌芽技术，开始产生爱美观念，并体现在生活之中。

因此，农业、制陶、石器的磨制和钻孔，是新石器时代三大文明成就。农业的发生是人类历史划时代的大事，黄河中下游地区的耐旱谷物农业和长江中下游地区的稻作农业是世界几大农业起源中心。石器的磨制和钻孔，体现着生产力水平的提高。磨制石器的发展与农业发生同步，考古证明，农业发达的地区，磨制石器就发达。陶器的制造是贯穿于新石器时代重要的手工业。制陶技术经过不断提高，到龙山时期已遍及黄河及长江流域。此外，陶器的烧制还带出了另一项具有重大意义的手工业——青铜器制造，这也就预示着下一个新时代的到来。



舞蹈文彩陶盆

新石器时代。盆内壁有5人一组手拉手的舞蹈纹饰，生动地表现了先民们用舞蹈抒发感情，锻炼身体的情景。

钻燧取火

火的使用是人类技术史上的一项伟大的发明。在我国，早在远古时期就有先民钻燧取火的传说，如今，在许多古人类居住的遗址中，还保留有使用火的痕迹。据《韩非子·五蠹》和《白虎通义·号》记载，曾经有一位圣人钻燧取火，教民熟食，有利于人类的健康，于是人们称这位圣人为燧人氏。于是后世也就有了燧人氏钻燧取火的古老传说。所谓钻燧取火就是木头与木头或石头与石头撞击或摩擦生火。我国是世界上最早掌握钻燧取火技术的国家之一。

002 探索宇宙的先行者



作为东方文明的开拓者，我们的祖先用自己的双手和智慧创造了灿烂的古代文明。而其中最让我们引以为自豪的就是自然科学的萌芽与发展。在远古时代所开辟的自然科学的新天地中，首屈一指的就是天文学的发展，作为探索宇宙的先行者，中国人给世界留下了充满魅力的天文文化。



日蚀甲骨文

早在新石器时代时期，我国就已经进入了以农牧业生产为主的农耕文化阶段。那时，人们“日出而作，日落而息”，基于日常生活的需要，不得不观测太阳、月亮和星空。而深受季节影响的农牧业生产活动又使人们把日、月等天象与动植物的生长情况联系起来，这样就产生了最早的以自然界物候现象来确定季节的自然历。

随着时间的推移，到了夏代，天文学有了进一步的发展。在夏代的天文学著作《夏小正》中就有许多关于夏代天文历法知识的记载。如按夏历十二月的顺序记载星象、气象和物候，构成物候历与天文历的综合体。除此之外，夏代已有天干纪日法，即用甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸十天干周而复始地纪日。夏代帝王以孔甲、胤甲、履癸命名，则是有力的佐证。天干是十进位，从而产生了“旬”的概念，并沿用至今。与此同时，夏代已经开始用天象来定季节，如《尚书·尧典》就以观测鸟、火、虚、昴四星来确定季节。所谓鸟、火、虚、昴是指四大星宿，当星鸟升到南中天就到了仲春（春分），这时昼夜相等；当星火升到南中天就到了仲夏（夏至），白昼最长；当星虚出现在南中天时就到了仲秋（秋分），这时也昼夜平分；当星昴出现于南中天时则到了仲冬（冬至），该日白昼最短。

到了商代，人们又在夏代的基础上推动了天文学的发展。商人把夏代的十干纪日发展为干支纪日法，即把十天干与十二地支相配成甲子，乙丑、丙寅等六十日，以六十日为一周，周而复始地纪日，一直不间断地排下来，直至今日。这是世界上最长的纪日法。武乙时期的一块甲骨上刻着完整的六十甲子，计六十日，可能就是当时的日历。在商代，人们已能测定分、至，但当时没有四季之分，只测春秋两季。春为播种的季节，秋为收获的季节。商代使用的阴阳合历，一年分十个月，月有大小，大月三十日，小月二十九日。用大小月和连大月调整朔望（月相的变化），用设闰月调整朔望月和回归年的长度，闰月一般设在

年终，这种阴阳合历在我国沿用了几千年。此外，商代还把一天分为若干时辰，如“旦”、“明”、“中日”、“昃日”、“昏”、“大采”、“小采”等。

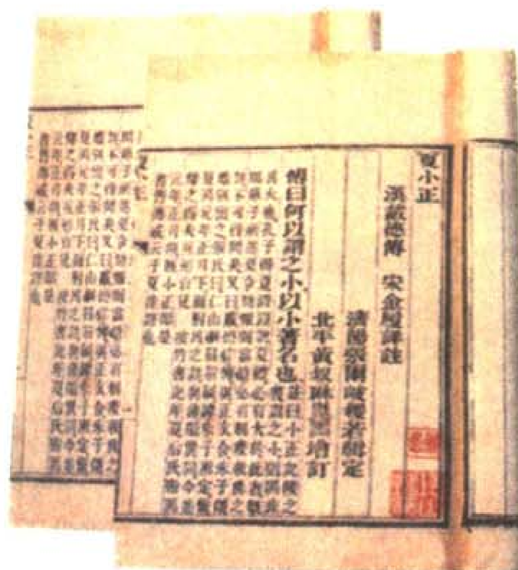
世界最早的日月食记录

早在夏代和商代时期，我国对于日食现象就有了记载。据考证，在《尚书·胤征》中就有夏仲康年间关于日食的记录，即史学界公认的《书经》日食，到目前为止，这是人类发现的最早的日食



刻干支表牛骨

河南安阳殷墟出土。干支法在中国起源于夏代，商、周沿袭，是世界上使用最早的记日法。



夏小正

傳曰何以謂之小正以小著名也

夏小正

《夏小正》是中国现存最早的一部记载物候的重要著作。内容包含夏代积累起来的观天察候知识。

记录。经考古发现，甲骨《殷墟文字乙编》6386和《殷契佚存》374都是关于日食的记录。虽然这两片甲骨所记的准确日期还难以确定，但能肯定的是这些都是殷代武丁、文丁时期的卜辞，即这两次日食应发生在公元前14世纪至公元前13世纪。这是迄今为止，世界上最早的日食记录。而《诗经》中所记录的日食则发生在是史学界公认的周幽王六年（前776）十月辛卯朔日（初一），即外国学者所说的儒略历公元前776年9月6日。除日食之外，我国在殷代、周代就已分别对月食有了记录，其中《诗经·小雅·十月之交》所记载的周幽王六年（公元前776年）的月食现象，比埃及最早的月食记录早55年，是世界上最早的月食记录。

此外，我国还是世界上最早记录行星的国家。

《夏小正》

是中国的第一部历书。它虽然不是夏人写的，但其中却包含着夏代已经积累起来的天象和物候等方面的科学知识。夏代的历法，依据北斗星的旋转确定月份，并把斗柄的正月定为岁首，比较正确地反映了天象。《夏小正》将一年分为12个月，并依次载明了每月的星象、动植物的生息变化以及应该从事的农业活动。

早在公元前1300年左右，我国的甲骨文中就有关于行星的记载，而对大火、尾宿、鸟星、北斗、毕宿、行星、彗星等的记录，更是一笔宝贵的天文学的财富。

二十八宿体系的完成

随着天文学与农业生产关系的日益密切，人们对于掌握天象变化的需求也越来越迫切。因此，在西周时期，完整的天体系统二十八宿有了发端。到了春秋时期，古天文学家们终于完成了沿黄、赤二道将附近天区划分为二十八宿的体系。在湖北随县发掘出的战国早期曾侯乙墓漆箱，盖上所绘的二十八宿全部星体就是包含二十八宿完整星名的最早文字记载。二十八宿是东方苍龙：角、亢、氐、房、心、尾、箕；西方白虎：奎、娄、胃、昴、毕、觜、参；南方朱雀：井、鬼、柳、星、张、翼、轸；北方玄武：斗、牛、女、虚、危、室、壁。二十八宿的确立对天体测量，提供了依据。二十八宿的分布疏密不均，最大的井宿所占赤经范围达三十多度，最小的觜宿只有二度。



月蚀甲骨文

五大行星及彗星的观测

由于农业生产和古代星占的需要，各诸侯纷纷把目光集中



在天象的变化，这就使春秋战国的天文、历法有了长足的进步。《晋书·天文志》中就记载了这种各家竞争的局面。在这一时期，人们对五大行星已有较多的观测和了解，甘德、石申两家已测知火星（荧惑）、金星（太白）的逆行。此外，甘、石二氏又测得了金、木二星的会合周期长度，定火星的恒星周期为1.9年，比标准值多0.02年；木星为12年，比标准值多0.14年。这都是对五大行星研究的深入和向定量化的发展。

我国是世界上记录哈雷彗星最早、最完整的国家，从春秋时期的鲁文公十四年（613）第一次记录到清宣统二年（1910）共34次，至今仍为研究哈雷彗星的现代学者们所利用。此外我国还有世界上关于天琴座流星雨的最早记录。史书对流星雨陆续记载,总数达180次之多,这也是一份珍贵的科学遗产。

总而言之，我们的祖先对宇宙的探索为世界文明做出了卓越的贡献，古天文学的发展更是世界文化遗产不可或缺的一个重要部分。

石日晷

石日晷正方形，表面平整，中央有一半径近4寸的大圆。圆周上刻有69个浅孔，孔间距离相等，约占圆周的2/3。小孔外按顺时针方向刻有从1到69小篆体的数码。

003 青铜器之尊

司母戊鼎



我国早在夏代就已经进入了冶炼青铜的时代。据考古发现，目前已知最早的铜实物是甘肃马家窑文化遗址的铜刀，其年代约为公元前4700年左右。可见，青铜冶炼技术在我国有着悠久的历史。我国青铜冶炼业的发展大致经过了草创期、形成期、鼎盛期、延展期和转变期五个阶段，现在已经出土的铸造于鼎盛期的司母戊鼎是其中最有代表性的实物，也是我国辉煌的青铜冶炼技术的象征，故有着"青铜器之尊"的美名。

鼎最初是我国古代炊食器。早在7000多年前我国就已经出现了陶制的鼎。铜鼎则是商周时期最为重要的礼器。在古代，鼎是贵族身份的代表。典籍中有天子九鼎、诸侯七鼎、大夫五鼎、元士三鼎或一鼎的用鼎制度的记载。此外，鼎也是国家政权的象征，《左传》中说：夏王桀昏庸无德，所以鼎被商代所得，商纣王实行暴政，所以鼎又被周代所得。鼎大多为三足圆形，但也有四足的方鼎，司母戊鼎便是最负盛名的四足大方鼎。

司母戊鼎是我国商代后期王室祭祀时使用的青铜方鼎，铸造于公元前16世纪至公元前11世纪之间。最初于1939年由河南省安阳市武官村一位农民在自家的农地中发现，后来被一位古董收藏家得知，想以20万大洋买下，但因鼎太重太大，移动困难，古董商便要求村民锯断大鼎然后运出，但仅锯一耳便锯不断，只有作罢，并重新埋下避免被其他人发现。后来这一被锯断的耳朵也因此而丢失。1946年6月，该鼎被重新掘出，原物先存于县政府处。同年10月底，为庆祝蒋介石60寿辰，驻军用专车把它运抵南京作寿礼，蒋介石当即指示拨交中央博物院筹备处保存。1948年夏天，该鼎在南京首次公开展出，蒋介石亲临参观并在鼎前留影。解放前，国民党逃往台湾时因重量问题没有把该



三联铜 商后期。1976年河南省安阳市殷墟妇好墓出土。

鼎运往台湾，中华人民共和国成立后该鼎转存于南京博物院，1959年转交中国国家博物馆至今。

司母戊鼎器型高大厚重，因此又称司母戊大方鼎。该鼎高133厘米，重832.84千克，是我国目前已发现的最重的青铜器，也是世界上迄今为止发现的最重的古代青铜器。鼎身呈长方形，口沿很厚，轮廓方直，其中口长110厘米、口宽79厘米，整个物体显现出不可动摇的气势。鼎的腹部为长方形，腹部之上竖有两只直耳（发现时仅剩一耳，另一耳是后来据另一耳复制补上），腹部之下有四根圆柱形鼎足。鼎的四个立面中心都是空白素面，周围则布满商代典型的兽面花纹和夔龙花纹。这些兽面纹又称饕餮纹，是以虎、牛、羊等动物为原型，经过综合、夸张等艺术处理手法而创造出的



虢季子白铜盘

铜盘的内底铸有110字铭文，是迄今发现西周时代青铜器中最大的铜盘。



伯各尊



人面钺 古代的一种兵器，商代后期文物。

一种神秘的动物形象。鼎耳的外廓雕刻有两只相对的猛虎，虎口大张，各衔着一颗人头，渲染出一种恐怖的吃人形象，鼎耳两侧则为两尾鱼形，而在鼎足上则铸有蝉纹，图案表现蝉体，线条清晰。此外，在鼎腹的内壁还铸有"司母戊"三字，该鼎因此而得名。

司母戊鼎是我国殷代青铜器的代表作，据历史学家推测，该鼎是商王为祭祀他的母亲戊而铸造的。关于该鼎的铸造方法，根据考古工作者的观察分析，认为是采用组芯的造型方法，即先用土塑造泥模，用泥模翻制陶范，再把陶范合到一起灌注铜液。从铸造痕迹来看，该鼎是用20块范铸成的。经测定，司母戊鼎含铜84.77%、锡11.64%、铅27.9%，与古文献记载制鼎的铜锡比例基本相符。司母戊鼎出色的铸造技术，充分显示出了商代青铜铸造业的生产规模和技术水平。

总而言之，司母戊鼎是中国古代青铜冶炼和铸造技术的完美体现。它的造型厚重典雅，气势宏大，纹饰美观庄重，工艺精巧，是商代文化发展到顶峰的产物，也是当今中华民族引以为骄傲的国宝。



伯各卣 该卣制作精良，装饰华丽，具有极强的立体感。

四羊方尊

四羊方尊是与司母戊鼎同时期铸造的、享誉世界的古青铜器，是我国商代青铜器的典型代表。属于商晚期偏早器，是我国现存商器中最大的方尊，高58.3厘米，重近34.5公斤，1938年出土于湖南宁乡县黄村的山腰上。现藏于北京中国国家博物馆。此尊方口，大沿，长颈，高圈足。颈饰三角夔纹和兽面纹。肩饰高浮雕蛇身而有爪的龙纹，龙首探出器表，从方尊每边右肩蜿蜒于前居的中间。肩部四隅是四个卷角羊头，尊腹即为羊的前胸，羊腿则附于高圈足上。羊的前胸及颈背部饰鳞纹，两侧饰有美丽的长冠凤纹。圈足上是夔纹，全体饰有细雷纹。器四隅和中间等分线上都没有棱脊。此尊造型简洁、优美雄奇，寓动于静。采用线雕、浮雕手法，把平面图像与立体浮雕、器物与动物形状有机地结合起来。在商代的青铜方尊中，此尊的端庄典雅是无与伦比的。

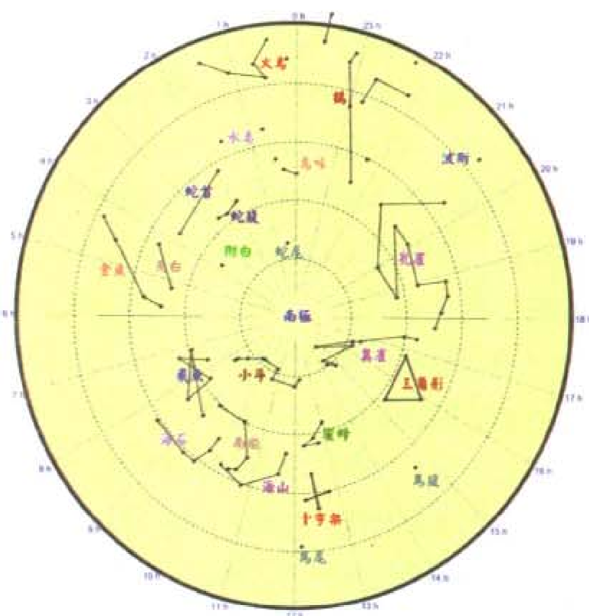


004 最早的天文学著作《石氏星经》

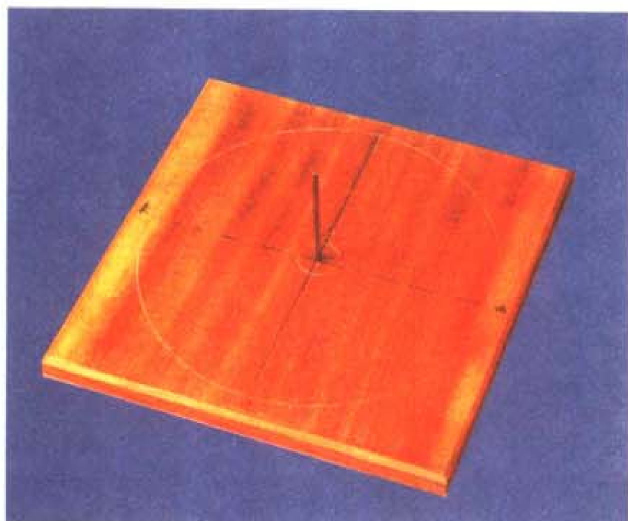


春秋战国时期是我国古代科技文化发展最为迅速的时期之一，也是我国古代科技文化初步形成体系的时期。那个时候，伟大的科学家们都专注于自己的研究领域，为后世留下了极其宝贵的精神财富。天文学在继夏商周时期的初步探索之后，在这一时期有了进一步的发展，并产生我国乃至世界上最早的天文学著作，使我国的天文科学遥遥领先于世界其他国家。这里所讲的天文学著作就是春秋战国时期的天文学家石申所著的《石氏星经》。

由于农业生产和古代星占的需要，以及春秋战国时期各诸侯在众多争霸中对天象的关心，我国的天文学在这一阶段得到了长足的发展。那时，致力于天文、历法研究的学者众多，据《晋书·天文志》记载：当时鲁国的梓慎、晋国的卜偃、郑国的裨灶、宋国的子韦、齐国的甘德、楚国的唐昧、赵国的尹皋、魏国的石申，都掌管着各国研究天文历法的机构，并尝试着得出对天文现象的认识以及各自的理论。其中，齐国的甘德和魏国



中国古代的星象系统

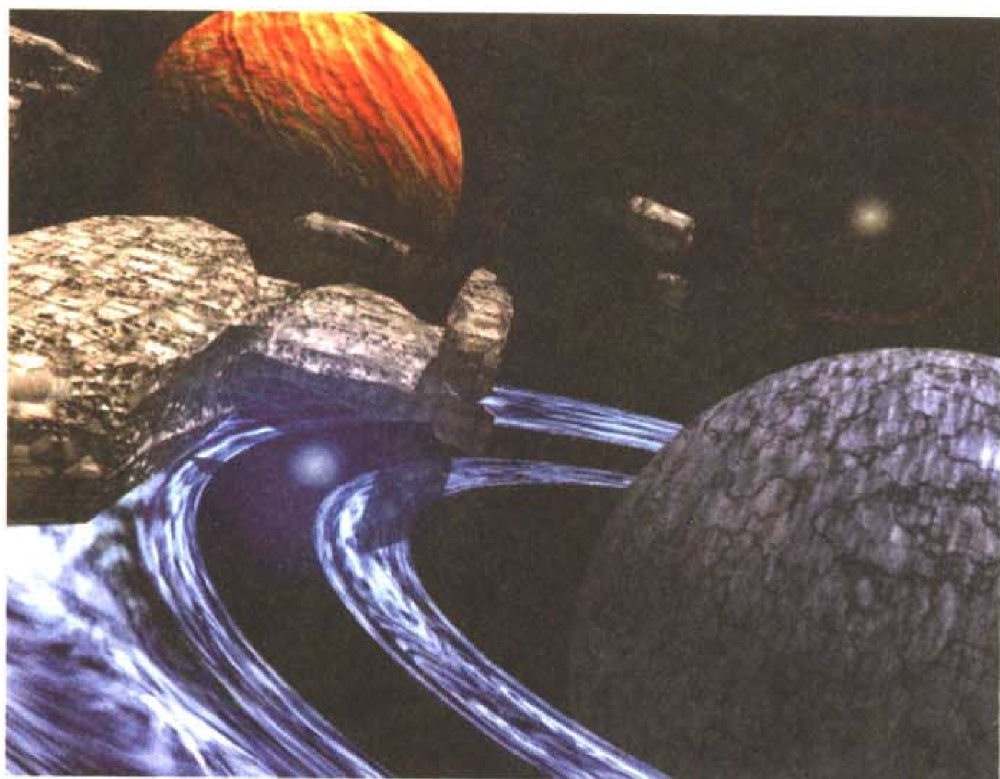


土圭

周代用土圭测量日影长度，测定冬至、夏至和一年四季。

春秋战国时期的科技著作

春秋战国时期是我国古代科学技术发展最为迅速的时期，也是我国古代科技初步形成体系的时期。尤其是战国时期大量科技著作的出现，更为古代科技的形成和发展构建了最基本的框架。战国时期的科技著作主要有介绍手工生产技术的《考工记》、阐述物理学原理的《墨经》、记载我国地理环境知识的《山海经》以及奠定我国传统中医理论基础的《黄帝内经》。这些科技著作也就勾勒了我国古代科技发展的蓝图，是我国灿烂的古代科技文明的宝贵财富。



的石申最有成就。

石申，春秋战国时期魏国人氏，生卒年月不详，是我国古代伟大的天文学家、科学家，曾著有《天文》八卷，即后世所称的《石氏星经》。该书具有很高的科学价值，是我国最早的天文学著作，也是世界上最早的天文学著作，但原书已经在宋代以后失传，今天我们所看到的《石氏星经》，是从汉代的史学名著《史记》、《汉书》以及唐代的天文学著作《开元占经》里所摘录的一些片断拼凑而成的。

《石氏星经》作为一本天文学著作，主要介绍了春秋战国时期对于五大行星的观测结果。对于五大行星，石申通过观测得知火星（荧惑）、金星（太白）的逆行，这在后来的《汉书·天文志》有明确记载。此外在《开元占经》的引文中还有石申把行星逆行描写为“巳”字形的形象记录，这在当时乃至现在都是十分准确的。同时石申还测得了金、木二星的会合周期长度，测定火星的恒星周期为1.9年，比标准值多0.02年；木星为12年，比标准值多0.14年。这都是对五大行星研究的深入和向定量化的发展。

除此之外，在《石氏星经》中，还提出了世界上最古老的星表之一——石氏星表。所谓星表，是由测量出的若干恒星的坐标（常常还连同其他特性）汇编而成的。它是天文学上一种很重要的工具。所谓石氏星表，就是二十八宿距星（每一宿中取作定位置的标志星叫做这一宿的距星）和其他一些恒星共150颗的赤道坐标位置。这种赤道坐标有两种表达方式。一种

春秋战国时期的科技著作

《史记·天官书》记载，战国时期著名的天文学家有四家：“在齐，甘公；楚，唐昧；赵，尹皋；魏，石申。”还说各家的天文学都有占星术的内容，在他们的著作中能够看到当时战乱的形势，记录着为政治事件占验的各种各样的说法，即“田氏篡齐，三家分晋，并为战国。争于攻取，兵革更起，城邑数屠，因以饥谨疾疫焦苦，臣主共忧患，其察视祥候星气尤急，近世十二诸侯七国相王，言从(纵)衡者继踵，而皋、唐、甘、石因时务论其书传，故其占验凌杂米盐。”《史记正义》引南朝时代梁阮孝绪的《七录》说，“石申，魏人，战国时作《天文》八卷也。”可惜书已失传。

《汉书·天文志》中引述的石申著作的零星片断，可以使我们窥见他在天文学和占星术两个方面的研究内容，“岁星(即木星)赢(五星早出为赢)而东南，《石氏》‘见彗星’，……赢东北，《石氏》‘见觉星’；……缩(五星晚出为缩)西市，《石氏》‘见檀云(即天檀，彗星的一种，形状为尾部尖锐)，如牛’；……缩西北，《石氏》‘见枪云(即天枪，彗星的一种，形状为两端尖锐)，如马’。……《石氏》‘枪、檀、棓、彗异状，其殃一也，‘必有破国乱君，伏死其辜，余殃不尽，为旱、凶、饥、暴疾’。”



是二十八宿距星的，叫做距度和去极度。距度就是本宿距星和下宿距星之间的赤经差；去极度就是距星赤纬的余角。还有一种是二十八宿之外的其他星，叫做入宿度和去极度。所谓入宿度就是这颗星离本宿距星的赤经差。不论哪一种方式，它的实质和现代天文学上广泛使用的赤道坐标系是一致的。而在欧洲，赤道坐标系的广泛使用却是从16世纪开始的。由于恒星的赤道坐标会作缓慢的变动，而这种变动的绝大部分是岁差造成的。因此，按照岁差规律，比较一颗恒星古今坐标的变化，可以推求出这个古赤道坐标的测定年代。所以，运用这个方法可以对石氏星表的数据进行推算，结果表明：其中有一部分的确是公元前4世纪测定的，而另一部分却是在东汉，大约公元2世纪重新测定的。严格说来，《石氏星经》还不是一份完整的星表。但是，它的存在说明了中国古代天文学的发达，有力地证明了石氏星表的出现并不是偶然的。

世界上最早的行星记录

我们的祖先从远古时期起就开始关注天象，夏、商、周时期就有了较为完备的天文记录和历法体系，是世界上探索宇宙的先行者。此外，我国还是拥有世界上最早的行星记录的国家。在近代发掘出土的甲骨残片中就有关于发现行星的记载。如《殷虚书契后编》下九："七日己巳，夕出新大星并火。"也就是说在七日己巳这天的傍晚，天上出现了一颗人们所不认识的发亮的新星。据考证，这次行星的出现为公元前1300年左右。另外，殷墟卜辞对大火、尾宿、鸟星、北斗、毕宿、行星、彗星也都有丰富的记录，这是一笔宝贵的天文学的财富。

总而言之，石氏星表是后世许多天体测量工作的基础。诸如测量日、月、行星的位置和运动，都要用到其中二十八宿距度的数据。这是我国天文历法中一项重要的基本数据。同时石氏星表也是战国到秦汉时期天文历法发展的一个重要基础。

《石氏星经》奠定了我国古代天文学的基本理论框架，促进了我国古代天文事业的长足发展，是我国古代天文学发展的重要里程碑。

005 小孔成像实验与《墨经》



春秋战国时期是我国由奴隶制向封建制转化的社会大变革时期，也是科学技术飞速发展的时期。在这一时期中，学派林立，百家争鸣，各种学说都形成了自己最初的理论体系。我国物理学的开山之作《墨经》及其介绍的小孔成像等物理学原理就是最典型的例子。

《墨经》，是我国战国时期墨家著作的总集《墨子》中的重要部分，是墨翟（人称墨子）和他的弟子们写的。墨翟，战国时期著名思想家、政治家、军事家、社会活动家和自然科学家，生卒不能肯定是哪年，大概是在公元前479年至前381年。相传原为宋国人，后长期住在鲁国。年少时曾经学习儒家学说，因不满该学说中“礼”之烦琐，另立新说，聚徒讲学，成为儒家的主要反对派——墨家。在代表新兴地主阶级利益的法家崛起以前，墨家是先秦和儒家相对立的最大的一个学派。

墨翟是一个制造机械的手工业者，精通木工。墨子一派人中多数是直接参加劳动的，接近自然，热心于对自然科学的研究，又有比较正确的认识论和方法论的思想，他们把自己的科学知识、言论、主张、活动等集中起来，汇编成《墨子》。

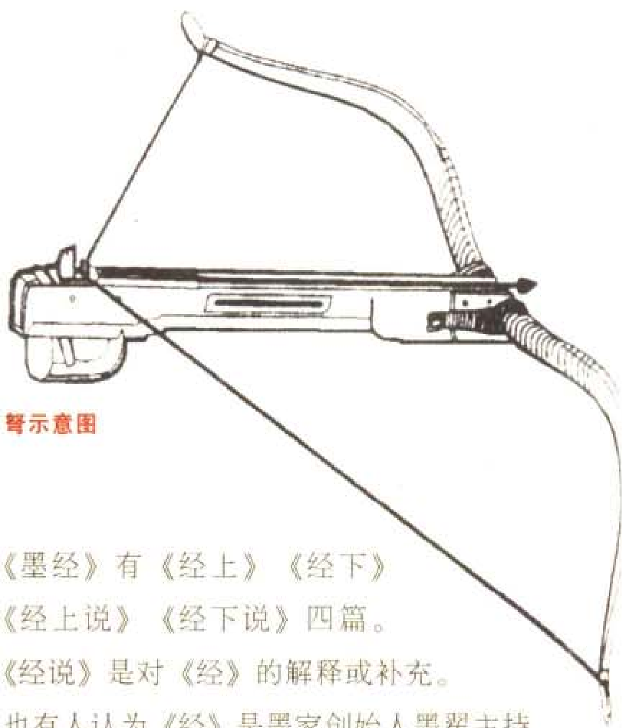


墨子卷之一　　　　沛一

親士第一

入國而不存其士則亡國矣見賢而不急則緩其君矣非賢無急非士無與慮國緩賢忘士而能以其國存者未曾有也昔者文公出走而正天下桓公去國而霸諸侯越王句踐遇吳王之醜而尚攝中國之賢君三子之能達名成功於天下也皆於其國抑而大醜也太上無敗其次敗而有以成此之謂用民吾聞之曰非無安居也我無安心也非無足財也我無足心也是故君子自難而易彼衆人自易而難彼君子進不敗其志內究其情雖雜庸民終無怨心彼有自信者也是故為其所難者必得其所欲焉未聞為其所欲而免其所惡者也是故偪臣傷君諂下傷上君必

《墨子》书影



弩示意图

《墨经》有《经上》《经下》《经上说》《经下说》四篇。《经说》是对《经》的解释或补充。也有人认为《经》是墨家创始人墨翟主持编写，《经说》则是其弟子们所著录。《墨经》的内容，逻辑学方面所占的比例最大，自然科学次之，其中几何学10余条，专论物理方面的约20余条，主要包括力学、几何、光学方面的内容。此外，还有伦理、心理、政法、经济、建筑等方面的条文。然而，《墨子》关于物理方面的论述又是最有建树的，《墨经》关于光学的记载有八条,论小孔成像一条,论投影四条,论镜像三条。

《考工记》的声学知识

《考工记》是我国古代最早的介绍手工技术的科技著作。同时在《考工记》乐器制作技术的介绍中，还蕴含了许多声学知识。如《考工记·凫氏》说："凫氏为钟……薄厚之所震动，清浊之所由出，侈弇之所由兴，有说，钟已厚则石，已薄则播。侈则柞，弇则郁，长甬则震。"也就是说钟壁薄厚之振动，是声音清浊的来源。钟太厚，声音不易散发，钟太薄，则声音容易扩散。"侈"是说钟口大而中央小，"弇"是说钟口小而中央大，前者声大易发出，后者声音郁滞难出。"甬"为钟柄，钟柄长者，振动得厉害。这告诉我们，战国时我们的先人已知发音的高低、清浊是由振动决定的，振动的情况又与钟壁的薄厚有关，这在我国古代声学史上的确是一项重要的成就。

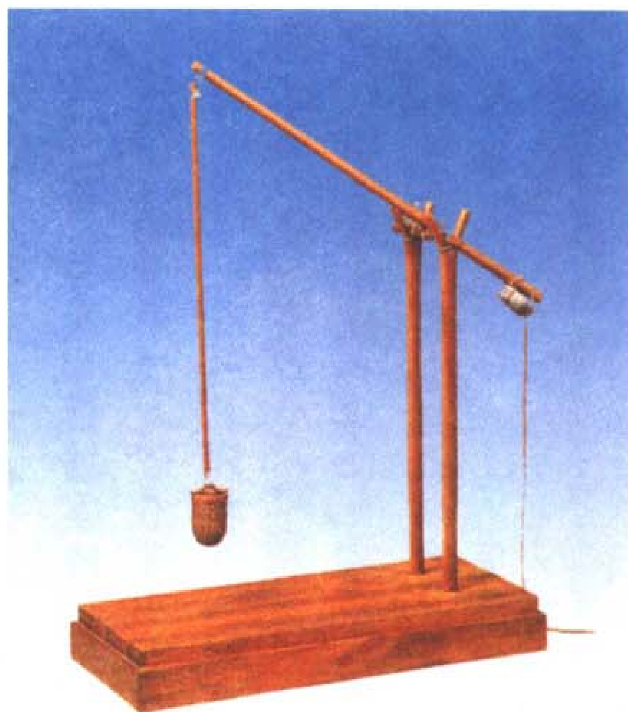
其中最为突出的就是关于物理光学中的小孔成像现象的记载和解释。

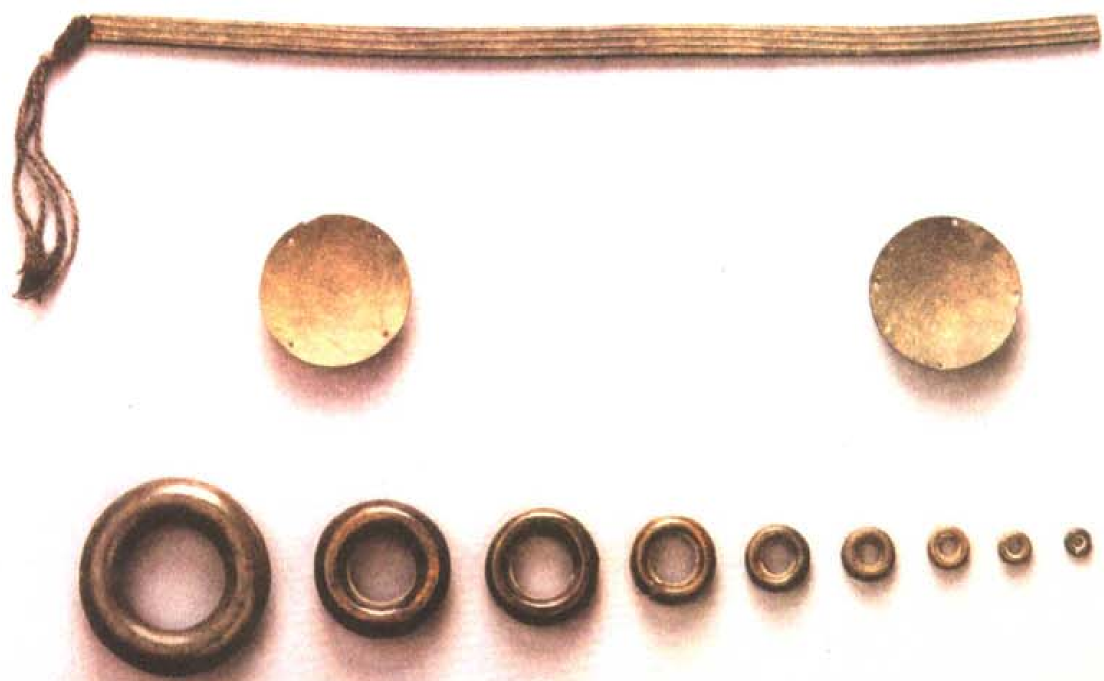
为了解释这一现象，墨翟和他的学生作了世界上第一个小孔成倒像的实验，解释了小孔成倒像的原理。虽然他讲的并不是成像而是成影，但是道理是一样的。在《墨经》中，是这么描述的：在一间黑暗的小屋中，朝阳的墙上开一个小孔，人对着小孔站在屋外，屋里相对的墙上就出现了一个倒立的人影。为什么会有这奇怪的现象呢？墨家解释说，光穿过小孔如射箭一样，是直线行进的，人的头部遮住了上面的光，成影在下边，人的足部遮住了下面的光，成影在上边，就形成了倒立的影。这是对光直线传播的第一次科学解释。

除此之外，墨家还利用光的这一特性，解释物和影的关系。飞翔着的鸟儿，它的影也仿佛在飞动着。墨家分析了光、鸟、影的关系，揭开了影子自身并不直接参加运动的秘密。墨家指出鸟

桔槔(模型)

春秋（前770–前476）。是利用杠杆原理制造的提水机械。





影是由于直线行进的光线照在鸟身上被鸟遮住而形成的。当鸟在飞动中，前一瞬间光被遮住出现影子的地方，后一瞬间就被光所照射，影子便消失了；新出现的影子是后一瞬间光被遮住而形成的，已经不是前一瞬间的影子。因此，墨家得到了“景不徙”的结论，“景”通“影”，就是说，影子不直接参加运动。那么为什么影子看起来是活动着的呢？这是因为鸟飞动的时候，前后瞬间影子是连续不断地更新着，并且变动着位置，看起来就觉得影是随着鸟在飞动一样。在二千四五百年前，能这样深入细致地研究光的性质，解释影的动和不动的关系，确是非常难能可贵的。此外，墨家还从光线直线传播的原理解释了投影和半影的现象。

《墨子》的上述记载虽然还只是经验性的描述，但它开创的应用实验手段,并能引出合乎科学的结论的方法,在我国科学发展史上是十分重要的。同时，《墨经》关于物理方面知识的论述也为我国物理学的发展奠定了坚实的基础。

天平

战国(前475–前221)。1954年湖南长沙左家公山出土。长26.6厘米，盘径3.9–4厘米。这是利用杠杆原理制造的衡器。同时出土的还有圆圈形砝码。

墨子简介

墨子(约前480–前400),是春秋末战国初时期的思想家、学者,墨家学派的创始人。本名翟,鲁国人,有的说是宋国人。

墨子平民出身,是小工业者。他精通手工技艺,可与当时的巧匠鲁班相比。他自称是“鄙人”,被人称为“布衣之士”和“贱人”。汉朝的王充甚至说,孔子和墨子的祖先都是粗鄙之人。墨子曾做宋国大夫,自诩说“上无君上之事，下无耕农之难”，是一个同情“农与工肆之人”的人。

墨子曾经从师于儒者，学习孔子之术，称道尧舜大禹,学习《诗》、《书》、《春秋》等儒家典籍。但后来逐渐对儒家的烦琐礼乐感到厌烦,最终舍掉了儒学,形成自己的墨家学派。

在代表新兴地主阶级利益的法家崛起以前，墨家是先秦和儒家相对立的最大的一个学派,并列“显学”。

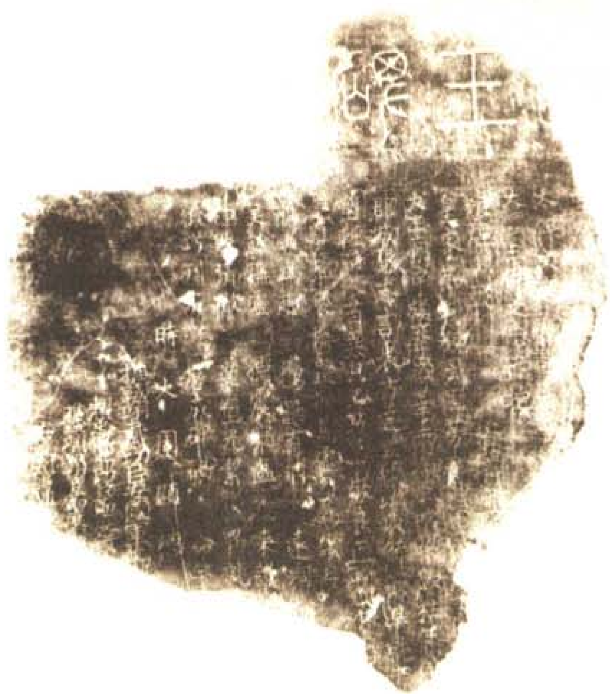
006 中国最早的百科全书《山海经》



人们对女娲补天、夸父追日、羿射九日、黄帝大战蚩尤等这些神话故事都耳熟能详，其实这些故事都来自于《山海经》。但是《山海经》并不仅仅是一部神话故事集。

《山海经》是中国最早的一部具有百科全书性质的文明典籍，也是一部记录中华民族地理发现的伟大著作，它记述了远古时代的大自然地理和人文地理，中华民族文明与文化的起源和发展，以及这种生存与发展所凭依的自然生态环境，具有极其珍贵和无可替代的文献价值。

《山海经》包括《山经》《海经》《大荒经》三部分。一般认为《山经》成书不迟于战国，





女娲补天

传说女娲是一位女神。在共工撞倒不周山，天地崩裂，人类面临劫难之时，女娲为免除人类遭此浩劫，她采山上的五色石烧炼，用它把天上的裂缝补住。相传现在天际那些灿烂的红霞，就是女娲补上去的五色巨石。

《海经》有八篇杂入秦汉地名，成于秦汉之际，另有五篇加入《水经》文字，应成于魏晋。《大荒经》亦为后人增补，约成于汉代。记事以山海地理为纲，涉及上古和周之历史、民族、宗教、神话、物产、医药、巫术等。以地理为主，记山449座，河300多条，矿物70多种，植物130多种，动物260多种，邦国95个。它对黄河、长江流域以外的广大区域的自然条件进行了综合性记述。

《山经》包括“南山经”、“西山经”、“北山经”、“东山经”、“中山经”5卷26篇，共2100千多字。这部分又称为《五藏山经》，是全书的主要部分，占全书三分之二的篇幅，是全书中最为平实雅正、最具价值的部分。《南山经》东起浙江舟山群岛，西抵湖南西部，南抵广东南海，包括

今浙、赣、闽、粤、湘5省。《西山经》东起山、陕间黄河，南起陕、甘秦岭山脉，北抵宁夏盐池西北，西北达新疆阿尔金山，《北山经》西起今内蒙、宁夏腾格里沙漠贺兰山，东抵河北太行山东麓，北至内蒙阴山以北。《东山经》包括今山东及苏皖北境。《中山经》西达四川盆地西北边缘。

《海经》包括“海外南经”、“海外西经”、“海外北经”、“海外东经”这“海外四经”四卷四篇及“海内四经”的“海内南经”、“海内西经”、“海内北经”、“海内东经”四卷四篇以及《海内经》一卷一篇。

而《大荒经》包括了“大荒四经”的“大荒东经”、“大荒南经”、“大荒西经”、“大荒北经”四卷四篇。论山时，按方位分东、西、北、中、南五区，每区又分若干山系，每一山系又以方向、道里相连。主要记山的位置、高度、走向、陡峭程度、形状、谷穴及其面积大小，并注意两山之间的相互关联，有的还涉及植被覆盖密度、雨雪情况等，显然已具备了山脉的初步概念，堪称我国最早的山岳地理书。对中原地区《中山经》记述最详。论水时，记载发源、流向、流入处所等，还注意到河流的支流或流进支流的水系，包括某些水流的伏流和潜流的情况以及盐池、湖泊、井泉的记载。有很多反映各地自然特点的宝贵记

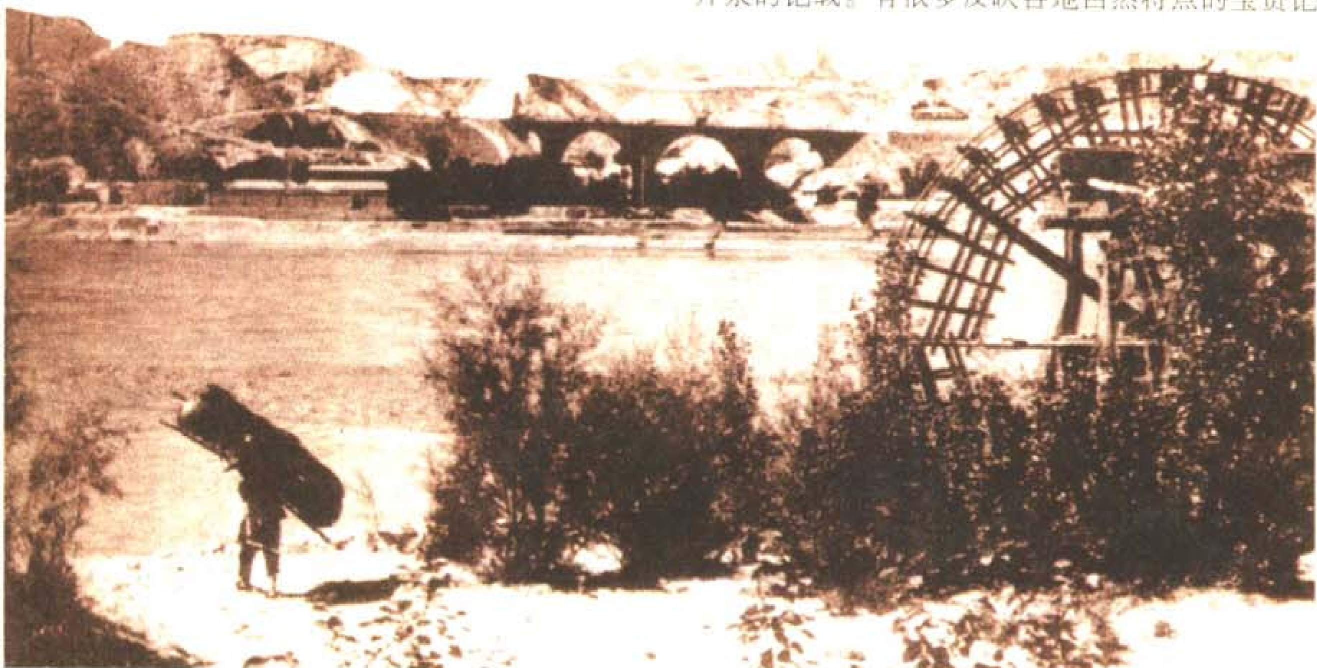
精卫填海

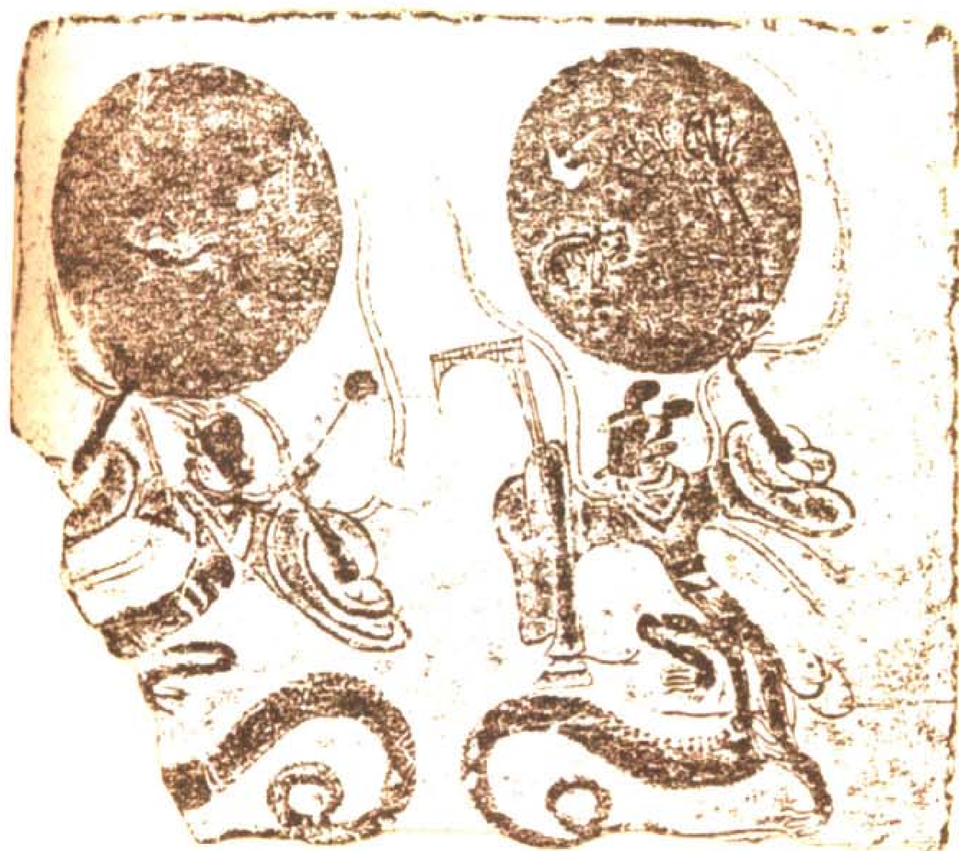
在茫茫中国大地上，流传着这样一个神话：炎帝的小女儿在东海玩时，不幸被大海吞噬，但她不甘心就这样死去，于是化身为一只精卫鸟，日复一日地从西山衔来木石，投于海中，想把东海填平。“精卫衔微木，将以填沧海”，就是赞叹了精卫不屈的斗争精神，精卫成了中华民族不屈的象征。

传说一万多年前，我国的渤海以及黄海，东海的大陆架均为陆地。炎帝族的女娲部向东部拓疆，迁徙到当时的海边居住。后来由于天气渐渐变暖，海平面不断上升，女娲部落遭到了灭顶之灾。于是幸存者就退到太行山脉居住，她们装扮成精卫鸟，举行巫术仪式，将太行山的木石象征性地投入东海，希望将海水填平，恢复往日美好的家园。我们所知道的远古时期炎帝部落与黄帝部落之间发生的战争，正是在由于海水上升导致的生存地域缩减的大环境变迁的基础上展开的。

文明之源

黄河是中国的古代文明的发源地。在流经黄土高原时带走大量的泥沙，因此河道必须加以疏浚清理，以免遭淤泥阻塞。下图显示的是一部汲水灌溉的水车。版画表现的是夏朝建立者大禹指导灌溉工程的情况。据后来的传说，大禹不采用加高河堤之法，花13年时间疏浚河道。





伏羲女娲像

画中右为伏羲，一手擎日，一手持规；左为女娲，一手擎月，一手持矩。整幅画面象征阴阳结合，化生万物，创立规矩。

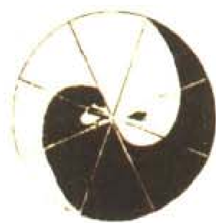
述,如江南溶洞,北方季节河,西部高山寒冷气候等。以上的记载都来自生活和生产实践，很有价值。《山海经》中也掺杂了一些失实和错误的记述,但终归是次要的部分。

《山海经》在物质资源分布的篇幅中，对于矿产的记载尤其详细，提及矿物产地300余处，有用矿物达七八十种，并把它们分成金、玉、石、土四类。希腊学者乔菲司蒂斯在公元前371年至前286年所著《石头志》被认为是世界上最古老的地质文献，但它记载的矿物仅16种，把这些矿物分成金、石、土三类。而与其同时代或稍晚的《山海经》所记的矿物种类是它的5倍，分类更细。《山海经》还注意到矿物的共生现象，并据其硬度、颜色、光泽、透明度、构造、敲击声、医药性等识别矿物的方法，以及详细记述动植物形态、性能和医疗功效，因此《山海经》在矿物学分类上有突出贡献。撰写《中国科学技术史》的英国人李约瑟说："《山海经》是一个名副其实的宝库，我们可以从中得到许多古人是怎样认识矿物和药物之类物质的知识。"

《山海经》在记载以上这些内容的过程中，往往也夹杂着许多神话传说，在国别方面，有所谓的小人国、贯胸国、三首国、奇肱国等；在物类方面，有所谓九尾狐、三足龟、人面鸡、无口羊等；在人事方面，有所谓的夸父追日、精卫填海等等。在这些神话中，不仅可以看到巫师的活动，也可以看到古代先民的信仰、崇拜等。它里面记载的这些神奇的动物，主要是鸟、兽、龙、蛇之类，往往具有神奇的力量。这些动物很可能就是古人的图腾崇拜。

《山海经》是一部宏大奇瑰的著作，一部内容丰赡、包罗万象的上古百科全书，一部想象力非凡的奇书。

007 古代朴素的哲学思想阴阳五行说



阴阳五行说是我国劳动人民所独创的一种学说，广泛渗透于中国古代科技文化的各个领域。我国先民在接触各种事物与现象的实践中，通过观察与思考而建立的一种影响很大的哲学思想观念。它是一种自发的朴素的唯物论，并具有辩证法初步思想因素。“一阴一阳谓之道”是阴阳学说的精髓。阴阳与五行是两个基本概念，这种学说对后来古代唯物主义哲学有着深远的影响，如古代的天文学、气象学、化学、算学、音乐和医学都是在阴阳五行学说的协助下发展起来的。

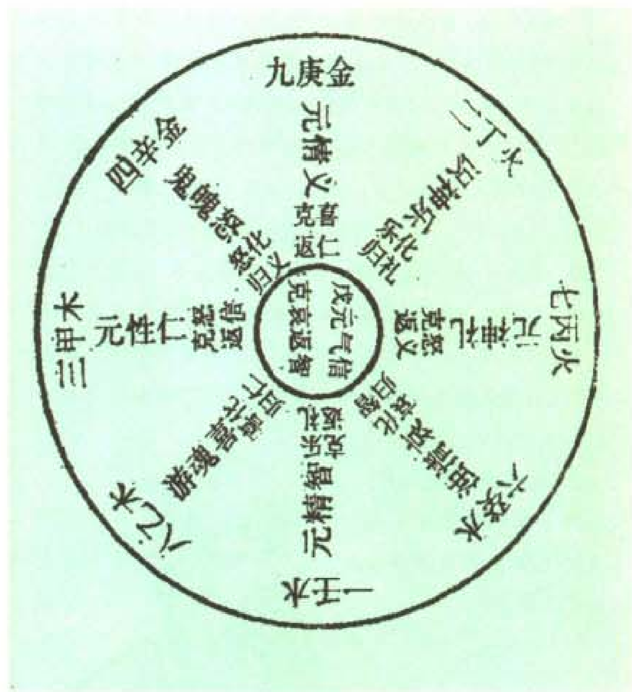
五行说

最早系统提出五行概念的是《尚书·洪范》，它指出：五行，一是水，二是火，三是木，四是金，五是土。凡具有寒凉、滋润，向下运动的事物则归属于水；凡具有温热、升腾作用的事物，均归属于火；凡是具有生长、开发、条达舒畅等作用或性质的事物，均归属于木；凡具有清洁、肃降、收敛等作用的事物则归属于金；凡具有生化、承载、受纳作用的事物，则均属于土。这已朦胧地意识到世界是由五行物质构成的，把客观



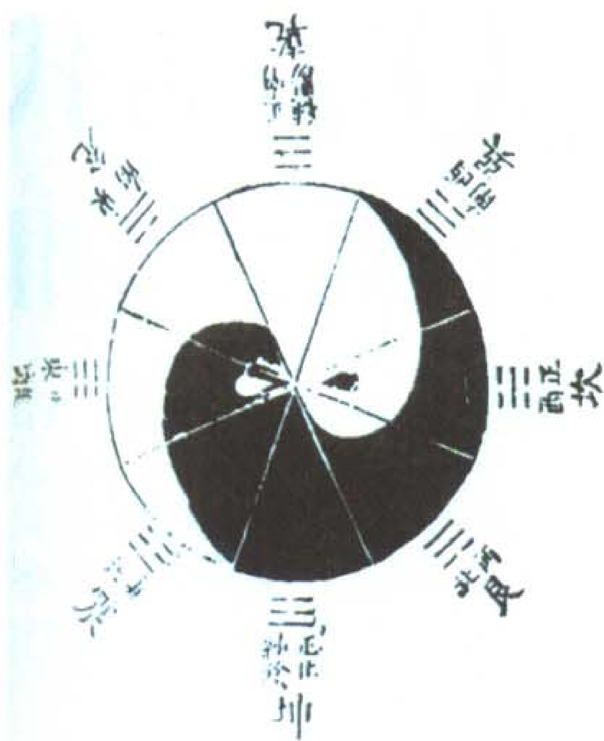
阴阳玉人 1976 年河南安阳殷虚妇好墓出土。

阴阳五行综整图



世界看做真实的物质。

不过，《尚书·洪范》并没有提到五行是化生万物始源观念，直到周太史史伯才真正把五行与宇宙万物起源联系起来。史伯认为："先王以土与金、木、水、火杂，以成百物。"这里史伯第一次以"五材"（金、木、水、火、土）作为产生"百物"的物质来源和基础。这种以哲学命题的形式来寻求物质世界多样性统一的观念，具有明显的朴素唯物论的思想。



这种元素在天上形成五星，即金星、木星、水星、火星、土星，在地上就是金、木、水、火、土五种神物质，在人就是仁、义、礼、智、信五种德性。古代人认为这五类物质在天地之间形成串联，如果天上的木星有了变化，地上的木类和人的仁心都随之产生变异。迷信色彩十分浓厚的占星术就是以这种天、地、人三界相互影响为理论基础衍生而来的。

阴阳说

阴阳是中国古代哲学的一对范畴。阴阳的最初涵义是很朴素的，表示阳光的向背，向日为阳，背日为阴，后来引申为气候的寒暖，方位的上下、左右、内外，运动状态的躁动和宁静等。中国古代的哲学家们进而体会到自然界中的一切现象都存在着相互对立而又相互作用的关系，就用阴阳这个概念来解释自然界这两种对立和相互消长的

扁　鹊

传说，在远古的轩辕时代，曾出现过一位神医。他不仅医术精湛，而且医德高尚，深得百姓爱戴。人们用中华民族的喜庆吉祥鸟——"鹊"来称呼他；又因他的足迹遍及四方，走到哪里，就把福音带到哪里，所以便唤他作"扁鹊"（扁，在这里和"遍"字通）。

不过，这里介绍的"扁鹊"，却不是轩辕时代的这位神医，而是距今2500多年前战国时的著名医生秦越人。由于秦越人一年四季栉风沐雨，含辛茹苦，奔走在华夏大地上，为数不清的病人解除了疾苦，老百姓就自然而然地把他和传说中的"扁鹊"联系在一起，干脆就叫他"扁鹊"，他的真实姓名反倒渐渐地被人忘却了。

据《史记·扁鹊仓公列传》介绍："扁鹊以其言饮药三十日，视见垣一方人。从此视病尽见五脏症结。"在诊断上扁鹊是望、闻、问、切四个诊法的创始人。他对脉法特别擅长，曾治愈了假死的虢太子，又准确预言了齐桓侯之死，因而名噪诸侯。在医疗方法上，他运用了砭石、针灸、按摩、汤液、熨帖、手术、吹耳、导引等多种方法。他还提出了"六不治"原则：一是依仗权势，骄横跋扈的人不治；二是贪图钱财，不顾性命的人不治；三是暴饮暴食，饮食无常的人不治；四是病深不早求医的不治；五是身体虚弱不能服药的不治；六是相信巫术不相信医道的不治。他栉风沐雨四处行医，多方救治，随俗为变。他做过带下医（妇科）、儿科、五官科等医生，他有着为劳苦大众服务的高尚医德。



扁鹊像



拳术画像砖拓片

东汉。原砖于四川省新都县出土。长45cm，高27cm，厚6.5cm。

物质势力，并认为阴阳的对立和消长是事物本身所固有的，进而认为这种现象是宇宙的基本规律。

鬼神致病说

在远古时期，人若生了病，就会认为病是由鬼神引起的，就去请巫师施法来驱魔治病。我国古代医学家，在长期医疗实践的基础上，将阴阳五行说广泛地运用到医学领域，用以说明人类生命起源、生理现象，病理变化，指导着临床的诊断和防治，成为中医理论的重要组成部分，使医学与鬼神致病说划清了界限。

阴阳五行说是西周时期产生的朴素唯物主义的自然观。它用阴阳的对立和相互作用来说明自然现象变化的原因；用金、木、水、火、土五种物质来说明各种事物的构成。战国时期，形成了一个专讲阴阳五行的学派，人们叫阴阳家。这个学派以阴阳五行观念为基础，夹杂一些宗教、巫术和迷信，用以解释他们日常所接触到的一切自

阴阳学说

阴阳学说认为，世界是物质性的整体，自然界的任何事物都包括着阴和阳相互对立的两个方面，而对立的双方又是相互统一的。阴阳的对立统一运动，是自然界一切事物发生、发展、变化及消亡的根本原因。正如《素问·阴阳应象大论》说“阴阳者，天地之道也，万物之纲纪，变化之父母，生杀之本始”。所以说，阴阳的矛盾对立统一运动规律是自然界一切事物运动变化固有的规律，世界本身就是阴阳二气对立统一运动的结果。

阴和阳，既可以表示相互对立的事物，又可用来分析一个事物内部所存在着的相互对立的两个方面。一般来说，凡是剧烈运动着的、外向的、上升的、温热的、明亮的，都属于阳；相对静止着的、内守的、下降的、寒冷、晦暗的，都属于阴。以天地而言，天气轻清为阳，地气重浊为阴；以水火而言，水性寒而润下属阴，火性热而炎上属阳。



卜骨 夏。河南省郑州市洛达庙出土。

然现象和社会现象，形成唯心主义和神学的思想体系。当时讲阴阳五行的有两派：一派是五行相生说，一派是五行相胜说。

五行相生说

《礼记·月令》用五行相生说来解释四季的变化，要求人们按照天地四时的变化来进行农业生产，这具有朴素唯物主义的因素，但进而把一切人事都和阴阳五行做荒谬的比附、组合，认为是



阴阳与五行的关系

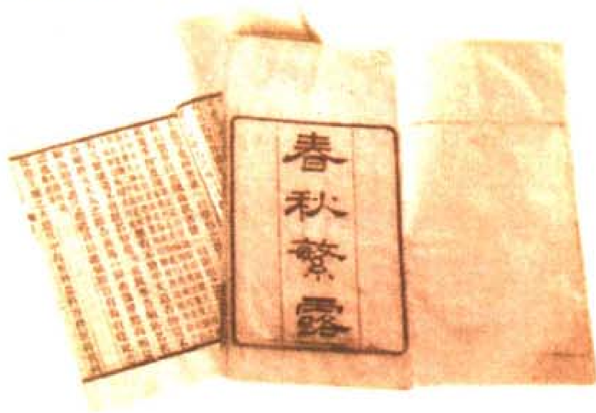
阴阳学说主要说明事物对立双方的互相依存、互相消长和互相转化的关系；五行学说是用事物属性的五行归类及生克乘侮规律，以说明事物的属性和事物之间的相互关系。在中医学里，二者皆以脏腑、经络、气血津液等为其物质基础；都是从宏观自然现象(包括)人体的变化规律，用取象比类的方法，来分析、研究、解释人体的生理活动和病理变化及人体内外的各种关系，并指导临床辨证与治疗。

吉祥祸福的象征，这就变成了神学。

五德始终说

齐国人邹衍用五行相胜说来解释朝代的变更，创立了五德始终说。“五德”即五行，他认为每一“德”主运着一个朝代，每一“德”均有盛有衰，即每一个朝代都有盛有衰，五行有一定的顺序，因此也就发生了朝代有更替的、循环的必然性。按他的说法，黄帝是土德，它的颜色为黄色；夏禹是木德，它的颜色是青色；商汤是金德，它的颜色为白色；周文王是火德，它为赤色。而将来代周的一定是水德。因为木胜土，土胜水，金胜木，火胜金，水胜火。后来秦始皇就采用这个说法，把秦朝定为水德，衣服和旌旗都改用黑色。

《春秋繁露》



魏武帝曹操也号称“得水德而王”。汉朝也有被称为“炎汉”的。这同样是根据五德始终说而来，汉朝为火德，取火生土德之意，故有此称。

这种学说把王朝的更替和五行做荒谬的比附，并说成是无限循环的。这种五行的生胜，亦即五行的运转，是由天神掌握的，是“天”有目的的活动。邹衍不单是以五行生胜解释自然变化，而且用来解释历史的演变，把五行生胜说作为自然与社会共同的发展规律，而且是由天意决定的循环规律。一切事物之盛衰兴亡，皆随五德终始转移。这既是神学，也是神秘的历史循环论，但它又说明，任何一个王朝或时代都不是永恒的。

008 气势恢弘的地下宫殿秦始皇陵



世界上原有七大奇迹，1974年秦始皇兵马俑的发现，令世界震撼，世人称它为世界第八大奇迹。秦始皇兵马俑是中华民族的骄傲和宝贵财富。

秦始皇

秦始皇，姓嬴名政，秦庄襄王之子，是中国历史上一位杰出的政治家。公元前246年，年仅13岁的嬴政被拥立为秦王。8年后，秦王嬴政在蕲年宫举行加冕礼，亲理国政。此后，嬴政继承了自秦孝公以来的变法革新、奖励耕战的一系列政策，选贤任能，富国强兵，顺应历史发展的潮流。公元前230年至公元前221年，历经10年的统一战争，他先后消灭了韩、赵、燕、魏、楚、齐等诸侯国，结束了自春秋战国以来长达数百年之久的分裂割据、混战不已的局面，建立了中国历史上第一个统一的、多民族的中央集权的封建王朝——秦朝。他自称始皇，是中国第一位皇帝。这位叱咤风云的旷世君主，不仅为后人留下了千秋伟业，还留下了扑朔迷离的陵墓。



秦始皇陵，位于中国北部陕西省临潼县城东5公里处的骊山北麓。南依骊山，北临渭水。它建于公元前246年至公元前208年，历时39年，是由丞相李斯主持规划设计，大将章邯监工的。当时秦朝的总人口约2000万，而筑陵的劳役就达到72万人之多。修陵所用的大量石料取自渭河北部的仲山、峻峨山，全靠人力

秦始皇陵外景



运至临潼，工程十分艰难。它是中国历史上第一个规模庞大，设计完善的帝王陵寝。

秦始皇陵的冢高约55.05米，周长2000多米。经调查发现，整个墓地占地面积为22万平方米，内有大规模的宫殿楼阁建筑。陵寝分为内外两城。内城为周长252504米的方形，外城周长6264米。所以秦始皇陵被称为世界上最大的地下皇陵。

秦始皇的陵寝如同一座庞大的地下宫殿，是陵墓的核心部分。墓室顶上是天文星宿图，由各种熠熠生辉的珠宝构成。下面是五岳、九州以及由机械驱动水银构成的江河湖海。墓中建有宫殿及百官位次，并燃烧着用人鱼膏做成的蜡烛，永不熄灭。另外，墓中还设有一些机关。整个陵墓金碧辉煌、固若金汤，可以说是一座地下"福地天堂"。所以至今为止这个神秘的陵墓还没有被打开。

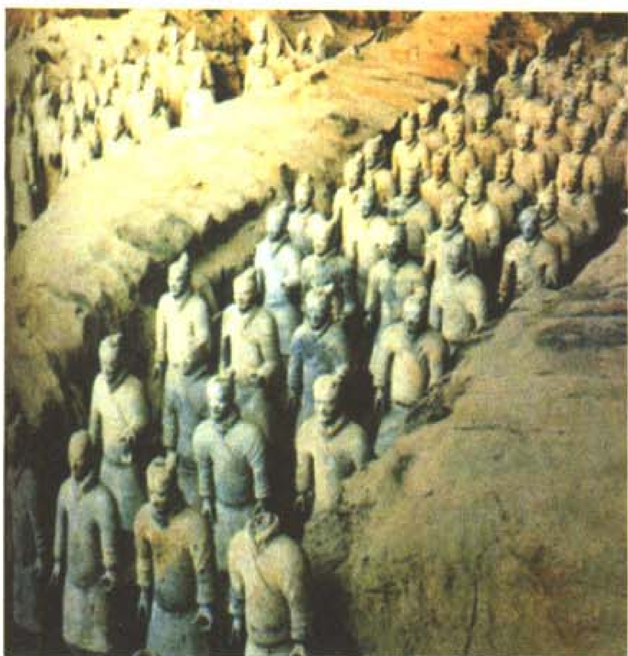
秦王朝是中国历史上辉煌的一页，秦始皇陵更集中了秦朝文明的最高成就。秦始皇把他生前的荣华富贵全部带入地下，视死如视生，代表了封建王权的最高象征。

王陵建筑

中国古代的王陵建筑，无论是地面工程，或者是地下工程，到底应该怎么选址、怎么定位、怎么布局、怎么设计、怎么施工，以及采用什么结构、采用什么材料、采用什么施工技术、采用什么运输方式等等这些问题都是由当时宫廷建筑的大掌门人来统一决策、统一安排、统一指挥、统一验收的。应该说历史上的帝王对王陵的建筑都是十分重视的，像秦始皇陵，汉武帝的茂陵等，都是根据风水的有关原理进行选址。

复活的地下军团

秦始皇兵马俑是秦始皇陵的陪葬品，位于陵园东侧1500米处。兵马俑是秦国强大军队的缩影。一号坑是由步兵和战车组成的主体部队。当你站在一号坑前，望着那曾被滚滚黄土掩埋了2000多年的兵马俑，它们那高大的身躯和整个军阵的森严气势，以及军阵所营造的威慑力，你可以想象秦始皇当年横扫六合的百万雄师的场面。兵马俑并不只是简单的由泥土烧制出来的，仔细观察每个陶俑，你会发现他们每个的服饰、冠带、神姿各不相同。有长了胡子久经沙场的老兵，也有初



上战场的青年，有坚毅威武的将军，也有意气昂扬又略带几分稚气的武士，还有身披铠甲，手执长矛的车士。这些兵俑全是根据秦始皇御林军中将士的形象制作的，身高都是在1.7米以上，个个身材魁梧。所以秦始皇兵马俑有“复活的地下军团”之说。



肃静的背影

二号坑为步兵、骑兵和车兵穿插组成的混合部队。大致可分为弩兵俑方阵，驷马战车方阵，车步、骑兵俑混合长方阵，骑兵俑方阵四个相对独立的单元。共有陶俑陶马1300余件，战车80多辆，并有大量金属兵器。三号坑是整个军阵的指挥部。它呈“凹”字形，有一辆战车和64个武士俑。四号坑被发现的时候，里面什么也没有。也许是当时秦始皇还来不及建造。

陈列室里，“青铜之冠”四个镶金大字令人炫目。在这里出土的青铜兵器有剑、矛、戟、箭头等，虽然被埋在地下2000多年，却依然刃锋锐利，闪闪发光。1974年，在兵马俑坑的黄土中，考古人员发现了一把完全不同的青铜剑。令专家吃惊的是，这把剑的长度竟然超过了91厘米，秦人能够制造如此之长的青铜剑，实在令人惊叹。

兵马俑原来是有颜色的，考古人员打开封土层之后不到3分钟，陶俑身上的颜色全部被风化了。限于技术原因，兵马俑至今还没有完全打开。

秦始皇兵马俑是20世纪最伟大的考古发现，被联合国教科文组织列入世界文化遗产名录。它不仅是中华民族的骄傲，也给全世界保留了珍贵的财富。

为什么秦始皇将自己的陵墓选在骊山呢

有人认为，这与古人迷信风水宝地是分不开的。近年来，地质学家根据卫星拍照的图片看，从骄山到华山好像一条龙，秦始皇陵正好位于龙头眼睛的位置。众所周知，自古就有“画龙点睛”之说，到底是古人有“高瞻远瞩”的本领，还是今人附会之风过重，一时间还弄不清楚。

009 古代农耕技术

代田法和区种法

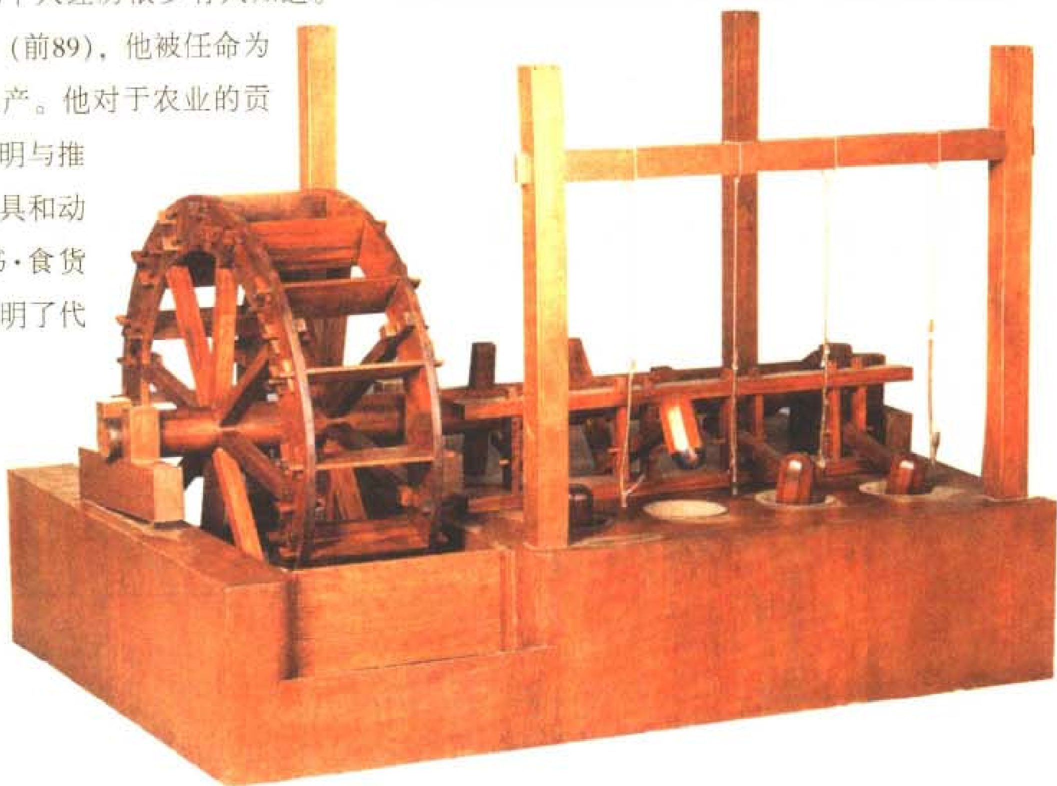


历史悠悠回转，经过千年的积淀，经验的累积，我们的祖先在生产生活方面不断的创造着一个个奇迹。农业，作为人们赖以生存的根本途径，更是在这浩荡的历史长河中，有了翻天覆地的变化。不论是在生产工具、生产技术还是产品品种等方面，古代农业的进步没有一刻停止过。这就不得不提到汉代农耕技术的重大革新——代田法和区种法。为了适应保墒抗旱耕作的需要，汉代出现了代田法和区种法，下面就先来介绍一下什么是“代田法”和“区种法”。

代田法

代田法是西汉中期农学家赵过所发明并推广的一种耕作方法。赵过是西汉中期出现的一个农学家，有关他的家世和个人经历很少有人知道。大约在汉武帝征和四年（前89），他被任命为搜粟都尉，主管农业生产。他对于农业的贡献主要在于代田法的发明与推广，以及与之配套的农具和动力。不过，根据《汉书·食货志》记载，赵过不但发明了代田法，还发明和推广了为实施代田法而服务的耦犁和耧车。

代田法是由甽亩法（由甽和亩两部分组成）。甽是沟，亩是垄，甽亩法也就是一种垄作法。这种耕作法对于土地的利用包括“上田弃亩，下田弃甽”两种方式。它的特点是：在高田里，将作物种在沟里，而不种在垄上，这不叫做“上田弃亩”。在低田里，将作物种在垄上，而不种在沟内，这就叫“下田弃甽”。高田种沟不种垄，有利于抗旱保墒；低田种垄不种沟，有利于排水防涝，且有利于通风透光。抗旱主要体现在“上田弃亩”之中。西汉的代田法便将“上田弃亩”的抗旱原理发扬光大。它的基本结构也是由亩和甽组成的。根据这样的发展推断，代田法在技术上有以下的特点：



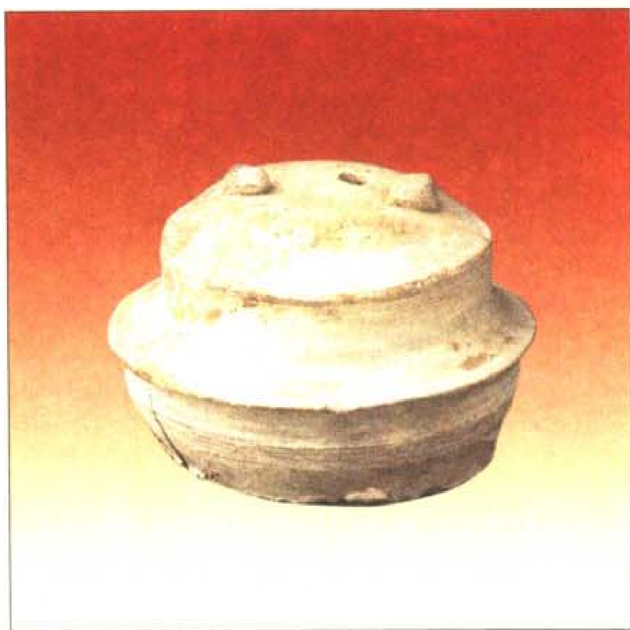
连击水碓

西汉（前206–公元8）时出现的粮食加工工具，主要为谷类去皮。以水为动力可带动四组碓头同时工作。模型据《桓谭新论》及王祯《农书》复原。



辘轳

一种以上下直线和曲线运动相结合的提取井水的工具，发明年代无确切记载。西汉以普遍使用这种水井工具。



西汉(前 206-公元 8) 明器。1953 年河南洛阳出土。中国历史博物馆藏 粮食加工工具。

一是沟垄相间。种子播种在沟中，等种子出苗后，结合中耕除草将垄土壅苗。这么做的目的是防风抗倒伏和保墒抗旱，实际上体现了畎亩法中“上田弃亩”的原则。二是沟垄互换。垄和沟的位置随着年轮更换，今年的垄，明年变为沟；今年的沟，明年变为垄，这也就是代田法得名的由来。由于代田总是在沟里播种，垄沟互换就达到了土地轮番利用与休闲，体现了“劳者欲息，息者欲劳”的原则，使得土壤的肥力得到了很好的保持。三是耕耨结合。代田法每年都要整地开沟起垄，等到出苗以后，又要通过中耕除草来平垄，将垄上之土填回到垄沟，起到抗旱保墒抗倒伏的作用，有效的保证了下一年耕种时土壤的肥力。



庄园农作图

东汉时期农业生产的发达，主要表现在牛耕和铁制农具的普遍使用。牛耕技术从中原推广到长江、珠江流域以至边疆地区。

这是可以在大面积土地上取得丰硕产量的耕作方法。它有以下几个优点：一、它可以轮流使用土地地力，并获得足够的恢复时间；二、可以将根埋得很深，多培土，防止秧苗出现倒状。三、可以防风抗旱。后来的实践证明，这种耕作方法在实行中确实可以增产。

赵过先在推广这一耕作方法前，先做了小规模的实验，然后又在小范围内尽心推广；训练经验丰富的农民，终于把这一耕作技术有效地传播



汉代酿酒画像砖

酿酒业是两汉时期规模较大的一门手工业。这块画砖再现了当时小酒肆作坊生产与销售的情景。也反映了汉代饮酒气之盛和酿酒业的发达。

开来，为汉代的农业做出了不可磨灭的巨大贡献。

区种法

汉代除了代田法外还有一种抗旱高产的栽培技术方法，这就是区种法，又称区田法。这是由汉成帝的议郎氾胜之创造的。关于氾胜之的生平事迹，很少有材料有确切记载。只知道他是成帝时的议郎（根据《汉书·艺文志》），也有记载说他是山东曹县人（《广韵》、《通志·氏族略》）。著有《氾胜之书》，是西汉重要的农业技术书。对西汉黄河流域农业生产经验和操作技术做出总结，内容包括耕作基本原则，农作物栽培技术等。论述对节候、辨土、施肥、选种、下种、防旱等农事作业；介绍禾、黍、麦、稻、大豆、麻、桑等作物的栽培方法和耕田法，溲种法、穗选法、调节稻田水温法、桑苗截干法等生产技术，并重点记述了区田法。全书共2卷，18篇。

区种法不局限于良田和平地，山陵丘城也都可以用区种法耕作。根据对区种法最早记载的《氾胜之书》可知，区种法有两种形式：一种是宽幅（或称沟状）区种法，适合于在较大片的平地上实行；一种是小方形（或称窝状）区种法。可以在斜坡、丘陵的小块地上实行。但是无论是宽幅区田，还是小方形



耧车

汉（前206-公元220）播种工具。由种子箱和三角耧管组成。以人或畜为牵引动力，一人扶耧播种。

园艺艺术

园艺艺术在我国古代就早已出现，并有了一定程度的发展。汉代时已经出现了温室栽培，《汉书·召信臣传》中有温室栽培最早的记录。

在西汉，套作技术应运而生，这使蔬菜园地逐渐引入大田，起到了节地增产的作用。另外，嫁接技术的出现，也使农业生产获得了突破性的发展。汉代的园艺艺术的发展，还体现在移植、护养、防寒的技术水平有了一定程度的提高，使得南方龙眼、荔枝、橄榄等作物引入长安，也把西域的作物引到中原，在农产品的品种多样化发展这方面起到了极其重要的作用。

区田，它们都具有以下的一些特点：（1）作区深耕。区田在土壤耕作上的特点是深耕作区，区内深耕，不耕区外的土地，以充分挖掘区内土地的增产潜力；（2）等距点播。宽幅区田所种作物的行距、株距都有一定的规格，呈等距点播形式；方形区田，区的大小、区间距离、每区的株数也都有一定的规格，因而也呈等距点播状态。可以保证作物有良好的通风透光条件；（3）集中管理。因为区田不耕旁地，故施肥、灌溉，以及中耕除草都在区内进行，便于充分发挥人力和物力的作用，同时等距点播也便于区内操作。《氾胜之书》指出区田不一定要有好地，但必须要施肥；(4) 抗蚀保土。由于区田不耕旁地，只是着眼于区内深耕，起到保持水土的作用。这个特点使得“诸山陵、近邑高危、倾阪及丘城上，皆可为区田”。在提高单位面积产量的同时，还扩大了耕地面积。



陶仓

这件陶仓模型出土时内盛鲜黄稻穗四束，既是当时把稻米当作重要主食的反映，也是当时社会经济得到恢复和发展的一种象征。

总之，区田法的特点是把庄稼种在沟状或窝状的小区中，在区内综合运用深耕细作、合理密植、等距点播、施肥灌水、加强管理等措施，夺取高额丰产。这和后来明代出现的亲田法有相似之处。



汉代青铜牛车

010 测量天体、演示天象的浑天仪



我国是一个历来都非常重视农业发展的国家，农业生活的发展同时促成了历法和天文观测的开始，又因为古代中国人对天象都有浓厚的兴趣，使中国在早期就形成了比较发达的天文科技。我国的天文学发展具有非常悠久的历史，伴随着天文学的发展，我国古代的测天仪器也有了飞快的发展。古代测天仪器中，最早的是圭表，在《诗经》和《周礼》中都记载了它的使用，可见它的发明有多早了。

古时候的另一种测天仪器叫做浑天，根据推测它可能开始于战国，但是并没有明确的记载。浑仪模仿肉眼所见的天球形状，把仪器制成多个同心圆环，整体看就犹如一个圆球，然后通过可绕中心旋转的窥管观测天体。

浑仪的历史悠久，最早出现“浑仪”这个词是在《春秋文耀钩》里，古人的“浑天”是指浑天仪，它既指测量天体的浑仪，也指演示天体的浑象。浑仪的发展具有一定的历史，早期结构如何已没有记载。而最早有详细结构记载的是东晋史官丞南阳孔挺在光初六年，即公元323年所造的两重环铜浑仪，这架仪器由六合仪和四游仪组成。到了唐贞观七年，即公元633年，李淳风增加了三辰仪，把两重环改为三重仪，成为一架比较完备的浑仪，称为“浑天黄道仪”。

浑天仪是浑天说的演示仪器，唐朝以后所造

汉代木雕天象图

1974年出土于江苏盱眙西汉晚期墓中。星图刻于棺椁顶板上。雕有日(金乌)、月(蟾蜍)、星辰等，有一星座已用连线表示。木雕的天象图保存至今，图形仍清晰可见，是我国发现最早的木雕天象图。



的浑仪，基本上与李淳风的浑仪相似，只是圆环或零部件有所增减而已。随着浑仪环数的增加，观测时遮蔽的天区愈来愈多，因此，从北宋开始简化浑仪，到了元朝郭守敬则对浑仪进行彻底改革，创制出简仪。浑象的构造是一个大圆球上刻画或镶嵌星宿、赤道、黄道、恒稳圈、恒显圈等，类似现今的天球仪。浑象又有两种形式，一种形式是在天球外围——地平圈，用来象征地。天球转动时，球内的地仍然不动。现代著作中把这种地在天内的浑象专称为"浑天象"。通常认为浑象最初是由西汉耿寿昌创制。东汉张衡的浑象是他设计的漏水转浑天仪的演示部分。张衡用一套设计精巧的漏壶与浑天仪结合起来使用，让漏壶推动浑天仪转动。这样，在屋里观察浑天仪的转动和圆球上恒星的升落，就可以知道天空中天象的真实情况。张衡还作了《浑天仪图注》，既是浑天仪结构的详细说明书，又是浑天说的代表著作。以后，天文



地动仪

张衡的科学贡献

张衡(78—139)字平子，河南南阳人。他进一步完善了浑象，将浑象与记时用的漏壶联系起来，以漏壶的水为动力转动浑象。张衡又于永建七年(132)首创了世界上第一架地震仪，被称为"地动仪"。此外，他还对月食的原因做了阐述，认为是地球遮住了日光，发生一道地影，月亮走进地影，就发生了月食，这与现代阐述的基本一致。另外，张衡还研究地学，绘制的地图流传了几百年；他还研究数学，擅长文学与绘画，留下了《两京赋》，又被誉为东汉六大画家之一，张衡可谓是多才多艺的科学家。



西汉铜漏壶

1976年出土于内蒙古伊克昭盟杭锦旗。此壶是西汉成帝河平二年四月在河西郡千章县铸造的。

学家还多次制造过浑象，并且和水力机械联系在一起，以取得和天球周日运动同步的效果。唐代的曾一行和梁令瓒，宋代苏颂和韩公廉等人，把浑象和自动计时装置结合起来，发展成为世界上最早的天文钟。

浑天仪运行的原理基础是利用齿轮和设计巧妙的水力“滴漏”，带动浑象绕轴旋转，使浑象的旋转与地球的周日运动相等，浑象每转一圈，也就等于地球自转一圈。但是，当时的人们还是很怀疑浑天仪是否真的能观测天象。张衡为了证明自己设计发明的浑天仪真的能观测天象，进行了一个小测试。他在室内依据浑天仪的显示说出外面星星的位置，与户外观天象的人所看到的星象完全吻合，直到这时，人们才相信浑天仪真的能观测天象。张衡所发明的浑天仪是根据以往的制做研究改进而成的，是相当成熟的作品。

世界上最早的太阳黑子记录

由于秦汉时期已经创造了重要的测天仪器，留下了丰富的天象记录，这是一笔宝贵的科学遗产。世界上最早的太阳黑子记录就是由汉代留下的。《汉书·五行志》里对太阳黑子的时间、形状、大小和位置都做了记载。河平元年是公元前28年，这是世界公认的最早的太阳黑子记录。此后，仅有二十四史中就记录了太阳黑子一百多次。现代的许多科学家都在利用这些太阳黑子资料，德国人弗立茨利用这些资料探讨地球地磁感应的周期性；英国人肖夫引证这些资料研究太阳黑子与极光的关系；日本人神田茂综合我国的记录，编制了太阳黑子表……

水运浑天仪分为三层，分别是最底层的动力系统，因为是通过水力传力而达到运行目的的，所以被称为是“水运”；第二层的浑象是模拟天体运转的仪器，叫作“象”；而最上面的一层是观测天体运行的仪器成为“仪”，以这三个主要系统构成天文观测台，是世界上最早的天文观测站。

在浑天仪中，主要部分有三重，包括六合仪、三层仪和四游仪。除此之外，还包括窥管和座架。其中，六合仪是最外面的一层，由三套联结在一起的环组成，是固定不动的。他们各个部分的结构特点和原理基础如下：天元子午圈是正立的双环，两面都刻着周天的度数而没有数字。地平圈是平卧的单环外弧面，刻干支八卦表示方向，内面刻分野，环的周围有水渠，用来固定水准。天常赤道圈，是测立的单环，上面刻着十二个小时



张衡

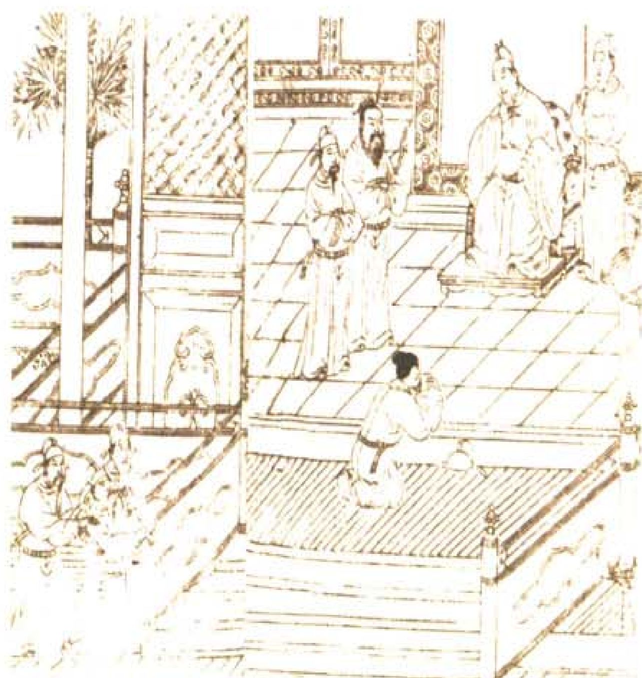
张衡是东汉著名科学家，他提出了浑天学说，制造了演示日月星辰的浑天仪，和测定地震方位的地动仪。著有《浑天仪图注》《灵宪》等。

浑天仪与浑仪

许多人常常把"浑天仪"与"浑仪"混淆，但二者是截然不同的仪器。浑天仪又称"浑象"，是仿真天体运行的仪器，用于演示与教学，相当于现在的天球仪；而浑仪是用于观测的仪器，功能相当于现代的望远镜，不过没有用镜片，以中空的窥管替代。

最早制做浑象的，一说是战国时的石申、甘德，较可考察的则是西汉宣帝甘露二年(前52)，大司农(相当于农业部长)耿寿昌"铸铜为象，以测天文"。张衡考据前人留下的资料，制做第一架由水力推动齿轮运转的浑象，能自动演示星体的升起、落下，并配有漏壶作为定时器。

最早制做浑仪的，据说是西汉落下闳(前104)，历代均有改进，到后来却越变越复杂。元代郭守敬(1231-1316)鉴于旧有仪器陈旧、无法达到准确的标准，将旧有的浑仪重新设计，构造变得简单，精确度却大大提高，称为"简仪"，比丹麦天文学家第谷发明类似的装置，要早了300多年。



一百刻每时初中各四大刻一小刻。三辰仪，是位于中间的一重，由四套环组成，可以在六合仪内东西旋转。二至圈是南北的双环，二面各从南极起刻着半周天一百八十二度多。二分圈是南北方向的单环，没有刻度。游旋赤道圈是东西向的单环，离开两极各九十一度多，上面刻着二十八星宿。黄道圈，是双环，与赤道圈交叉成二十四度角，内侧面斜刻着二十八星宿。四游仪是位于最里面的一重，由一套环和天轴组成，可以在三辰仪里东西旋转。四游圈是南北方向的双环，环面从北极起刻着半周天一百八十二度多。天轴是南北方向的双条。窥管，形状呈方形，贯穿于天轴的中心，中间有圆孔，管长与环正好吻合，可以在四游圈双环里以及在天轴双条中间移动。

浑天仪是中国古人为演说浑象说而设计制造的模仿天体运行的一种天文仪器。自从张衡发明创造了水运浑天仪以后，三国时期的王蕃、葛衡，晋朝的陆绩，南朝的刘宋，南朝的陶宏景，隋朝的耿询等都制造过。但在唐代曾一行之前，都没有人能超过张衡的创造。浑天仪的发明，成为了现代钟表的祖先，也为中国天文的发展作出了划时代的贡献。

011《九章算术》成就古代数学体系



中国古代数学专著——《九章算术》，是算经十书中最重要的一种。它是我国流传至今的第一部系统总结古代数学的算书，他的出现标志着中国初等数学体系的形成。它对中国数学的影响与欧几里得《几何原本》对西方数学的影响是一样的。西汉后的1000多年中它一直被当作教科书。

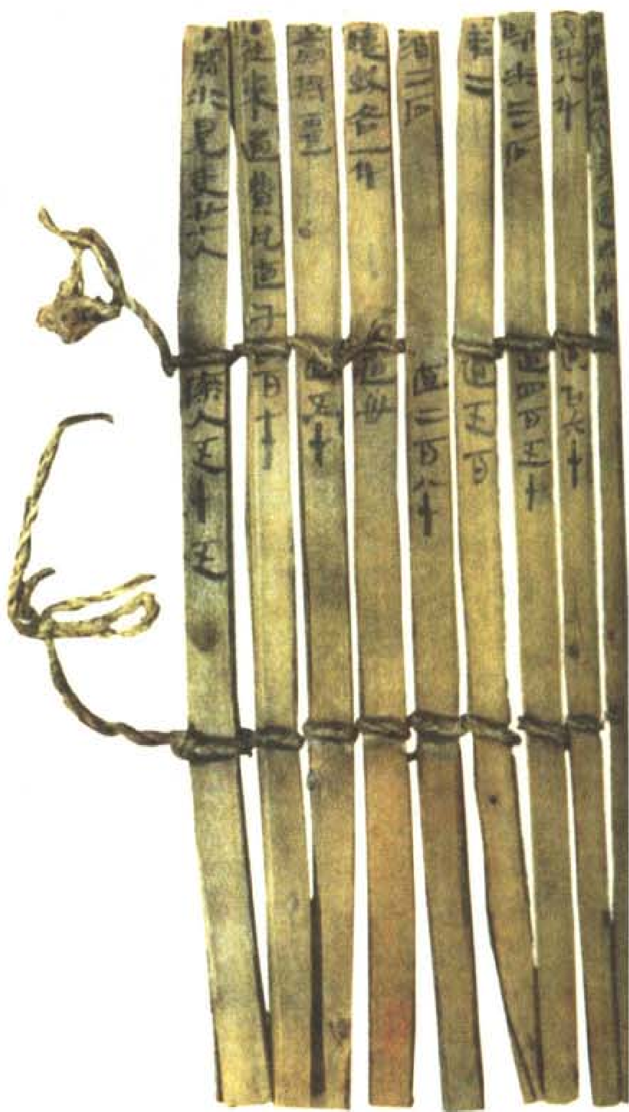
战国至秦汉时期的社会发展，给数学提出了不少需要解决的计算和测量问题，如政府按田亩多少征税，按比例摊劳役，大规模修筑的土方工程等，改革历法也涉及各种天数数据的计算，这一切都促进了数学的发展。《周礼》记载贵族子弟的六门功课中，有“九数”一项，它指数学分为九个细目，《九章算术》可能就是在“九数”的基础上，吸收了先于它而出现的《许商算术》、《杜忠算术》的成果而成书的。

它的成书时间有不同的看法：有人认为成书于东汉初年；有人认为成书于西汉中期；有人认为成书于王莽时代。



《九章算术》书影

《九章算术》的作者已难于考证，只知它是一部逐渐完善的多人成果，上承先秦数学发展之源流，入汉之后又经许多学者的整理、删补和修订，大约于东



居延汉木简

1973年至1976年间，在额济纳河流域出土了两万多枚汉代木简。汗简字体有隶书。这批出土的简册，书写风格较集中地表现了汉代民间书法的风采和韵味。


汉"市亭"印
西汉印

汉初年（公元1世纪）成书，是几代人共同劳动的结晶。西汉早期的数学家张苍、耿寿昌进行过增补工作。因《汉书·艺文志》载有《许商算术》26卷，《杜忠算术》16卷，而无《九章算术》。《九章算术》可能成书于许、杜著作之后，所以可能含有许杜二书的内容。

后世的古代数学家，大都是从《九章算术》开始学习和研究数学的，许多人曾为它作过注释，其中最著名的有刘徽（263）、李淳风（656）等人。唐宋两代都由国家明令规定为教科书。1084年由当时的北宋朝廷进行刊刻，是世界上最早的印刷本数学书。《九章算术》在隋唐时期就已传入朝鲜、日本。

《九章算术》是战国、秦、汉封建社会创立并巩固数学的发展与总结，就其数学成就来说，堪称是世界数学名著。例如分数四则运算、今有术(西方称三率法)、开平方与开立方（包括二次方程数值解法)、盈不足术（西方称双设法)、各种面积和体积公式、线性方程组解法、正负数运算的加减法则、勾股形解法（特别是勾股定理和求勾股数的方法）等，水平都是很高的。其中方程组解法和正负数加减法则在世界数学发展上遥遥领先。就其特点来说，它形成了一个以筹算为中心、与古希腊数学完全不同的独立体系。

《九章算术》内容分九章：第一章，方田，计38题，包括平面形面积和分数算法；第二章，粟米，计46题，讲各种比例问题；第三章，衰分，依等级分配物质和按等级摊派税收的比例分配问题；第四章，少广，计24题，讲面积和体积的开平方与开立方的问题；第五章，商功，计28题，讲立体形面积计算问题和土方人工计算问题；第六章，均输，计28题，讲根据均输法纳税和派工

中国数学的起源与早期发展

数概念的产生是人类认识史上的一次飞跃，它标志着数学的起源。人类对数的最初概念是和具体对象联系在一起的，如一个人，两只手，三块石头等。原始社会的出土文物对数有具体反映，河姆渡的骨耜有两个孔，半坡氏族的尖底提水器有两个耳，河姆渡的陶钵底上有四叶花纹。古人最初的记数方法是结绳，《易·系辞》上说："上古结绳而治，后世圣人易之以书契。"古人类对形的认识是从观察自然与制造工具时开始的，如观察叶子会认识平面。新石器时期的陶器及其刻纹更增强了先民的几何图形知识，这时，人类的图形有圆、椭圆、方、菱形、弧线、三角形等。

夏、商、西周时期农业生产的发展，手工业技术的进步，商业交换的扩大，都促进了计算的发展。修堤防洪，开凿沟渠，建筑城市和宫殿，测量田亩等促进了几何知识发展。商代的陶文与甲骨文中有许多记数文字。甲骨文中是用横画记的，如一、=；陶文是用竖画记的，如(竖)‖。甲骨文最大的已发现数字是三万，多位数已达四位。周代记数法基本上和商代一致。有的学者根据甲骨文推断，认为商代至少已有加、减法和乘法。几何也得到了新发展，如造车、宫殿都要用到这些知识。

春秋战国时期算学有新进展。算筹产生于春秋以前，但完成于春秋战国时期。算筹是以木、牙、玉、骨等为原料制成的小棍，这种小棍称为算筹。用算筹来表示数目，有纵横两种方法，在组合数字时是已符合十进位原则。当时，四则运算已经完备。古四分历的回归年与朔望月都涉及了分数，有些计算还十分复杂。《考工记》中对平面几何学的三角形有许多特殊的名称。切有了与测量的六种技术，如水平测量、容积测量，这与几何学有直接关系。

的复比例、连比例等比例分配问题；第七章，盈不足，计20题，讲算术中盈亏问题的解法，也有少量比例问题；第八章，方程，计18题，讲多元一次方程组应用问题解法，包括2-6个未知数，与现中学课本的“加减消元法”基本相同；第九章，勾股，计24题，讲利用勾股定理和计算各种“高、深、广、远”的问题，与测量和绘图有直接的关系。

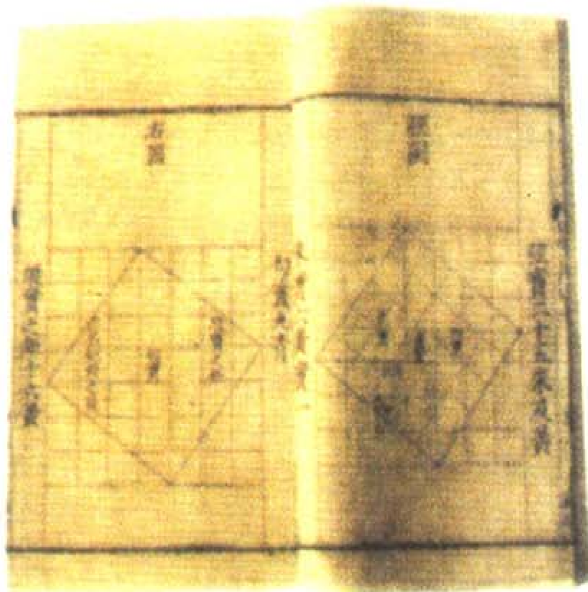
《九章算术》包括了初等数学中算术、代数、几何等大部分内容。它的特点是重视理论，但不脱离实际。它记载了当时世界上最先进的分数四则运算和比例运算。书中盈亏问题解法是一种创造，在世界数学史上占有重要地位。印度在三四世纪，有过与我国盈不足术完全一致的算法，在阿拉伯、中亚和中世纪的欧洲则流行“双设法”（有两次假设），可能是受到我国盈亏问题影响而发展起来的。书中的正负数概念与加减计算法则，也是世界首创，国外首先承认负数的是印度7世纪数学家婆罗门笈多，欧洲16世纪才承认负数。勾股章中国勾股定理解“葭生中央问题”，与印度数学中著名的“莲花问题”相同，只有数据不同，其余于完全相同，但印度却比中国晚了1000多年。

把《九章算术》和西方最早的数学专著《几何原本》相比较，发现《几何原本》以形式逻辑方法把全书贯穿起来；而《九章算术》则以问题的性质编排。《几何原本》以几何为主，稍含算术；而《九章算术》则包括算术、代数、几何等广泛内容。《几何原本》更注意理论而没有谈到实际应用问题；《九章算术》在注意理论的同时，更多地接触实际应用问题。两书各有优缺点，形成了东西方数学的不同风格。



汉代计量衡器

1968年河北满城汉墓出土的度量衡器包括铁尺、权、铜量。



《周髀算经》书影

《九章算术》诞生后，一直作为主要的教科书，传授数学知识。16世纪以前的中国数学著作，成书方式都沿袭《九章算术》的体例。历代著名数学家都对它做过注释，在注释中不断引出新的数学概念和算法，推动了中国古代数学的发展。

《九章算术》流传到朝鲜、日本，也成为教科书。通过印度及伊斯兰国家辗转传入欧洲。盈亏问题传入阿拉伯国家被称为“契丹算法”（即中国算法）。该书现已有日、英、俄、德等译本，受到世界各国的重视。

012《伤寒杂病论》的中医科技成就



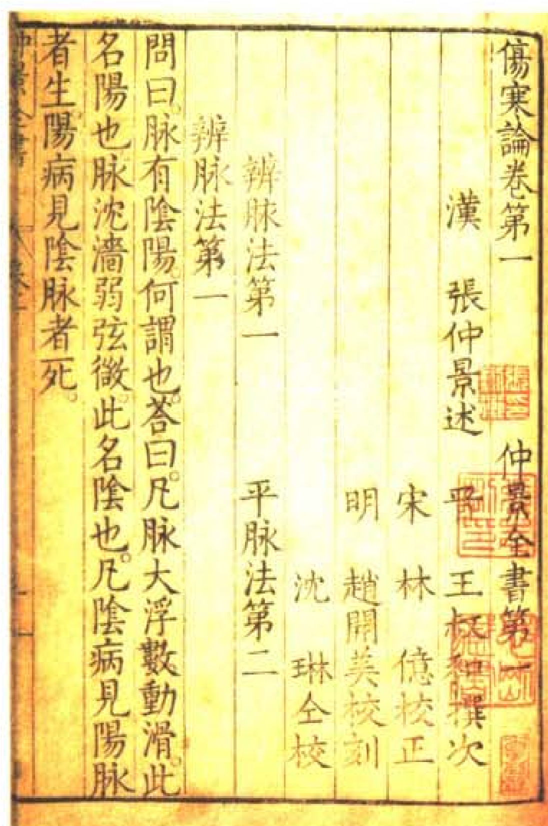
张仲景（150—219），名机，字仲景，东汉伟大的医学家，河南邓县穰东镇人。仲景少年时“学医于同郡张伯祖，尽得其传”。汉灵帝时，被举为孝廉，官至长沙太守。

仲景叹慕扁鹊的医才，痛恨世人忽视医学，追求名利，竞逐权势的习俗。于是他决心抛弃仕途，走上学医之路。

东汉末年，正是战乱灾害频频发生的时代，瘟疫也广泛流行。著名的建安七子（孔融、陈琳、王粲、徐干、阮瑀、应玚、刘桢）竟有5人死于瘟疫。连张仲景家族的200多人中，在建安年间也死了2/3，伤寒占7/10。这给张仲景很大的打击，残酷的事实迫使他专心致力于医学。他一方面勤求古训，认真钻研《素问》《九卷》《八十一难》《阴阳大论》《胎胪药录》等医学著作，吸收前人遗产；另一方面博采众方，广泛搜集整理民间流

南阳医圣祠外景

清顺治十三年(1632)，为纪念医圣张仲景，于河南阳城东张仲景墓地故址修建医圣祠，并重修墓地，立碑记事。



傷寒論卷第一　　仲景全書第一

漢　張仲景述　晉　王叔和撰次

宋　林億校正

明　趙開美校刻

沈　琳仝校

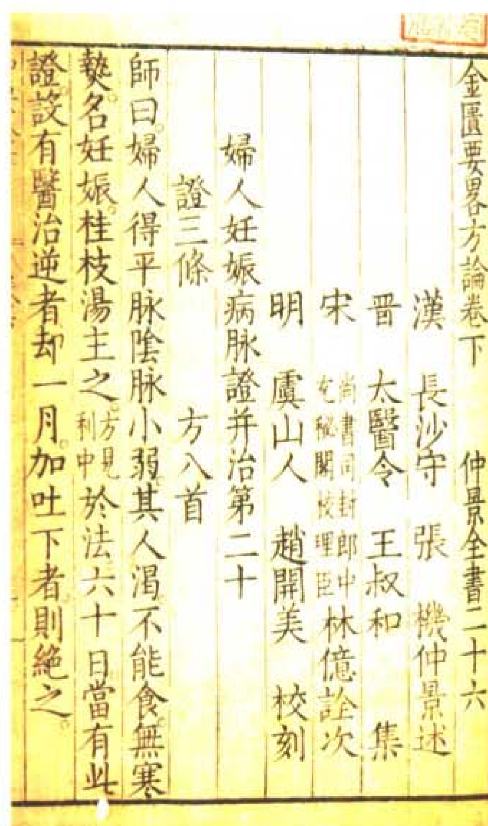
辨脉法第一

平脉法第二

辨脉法第一

問曰脉有陰陽何謂也荅曰凡脉大浮數動滑此名陽也脉沈濇弱弦微此名陰也凡陰病見陽脉者生陽病見陰脉者死

《伤寒论》书影



金匱要畧方論卷下　仲景全書二十六

漢　長沙守　張　機仲景述

晉　太醫令　王叔和　集

宋　尚書司封郎中充秘閣校理臣林億詮次

明　虞山人　趙開美　校刻

婦人妊娠病脉證并治第二十

證三條　方入首

師曰婦人得平脉陰脉小弱其人渴不能食無寒熱名妊娠桂枝湯主之方見利中於法六十日當有此證設有醫治逆者却一月加吐下者則絶之

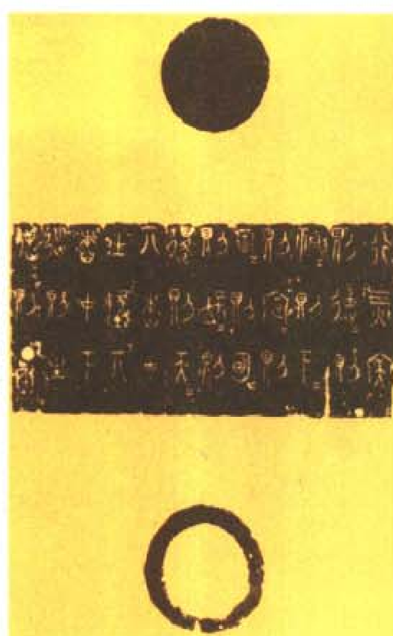
《金匮要略》书影

传的经验药方，在临床实践中加以运用和检验。经过几十年的艰辛努力，在晚年终于完成了《伤寒杂病论》这一医学巨著。

但《伤寒杂病论》著成后不久就散失了。一直到晋朝，一个名叫王叔和的太医令在偶然的机会中发现了这本书。但是此书已是断简残章，王叔和看着这本书越来越兴奋，十分想知道这是什么书。于是就利用太医令的身份，全力搜集《伤寒杂病论》的各种抄本，终于找全了关于伤寒的部分，并加以整理，命名为《伤寒论》。但《伤寒杂病论》中杂病部分还没有找到。对于王叔和的功劳，清代名医徐大椿曾这样评价道："苟无叔和，焉有此书"。

到了宋代，宋仁宗时，一个名叫王洙的翰林学士在翰林院的书库里发现了一本"蠹简"，即被虫蛀了的竹简，书名《金匮玉函要略方论》。这本书一部分内容与《伤寒论》相似，是论述杂病的。后来，名医林亿、孙奇等人奉朝廷之命校订《伤寒论》时，将它与《金匮玉函要略方论》对照，知道是张仲景所著，于是更名为《金匮要略》刊行于世。

行气玉佩铭　战国时期





《伤寒杂病论》共16卷，包括"伤寒"和"杂病"两部分。后编辑为《伤寒论》和《金匮要略》两部分。《伤寒论》共10卷、22篇，397法、113方，论述了外感热病"伤寒"的病理、诊断、治疗和用药，确立了"辨证施治"规律。《金匮要略》共6卷、25篇、139条、

262方，对脏腑、经络、内科杂病、外科、妇产、儿科等疾病分类，对病因病机的诊断和防治等进行了论述。《伤寒论》和《金匮要略》在宋代都得到了校订和发行，我们今天看到的就是宋代校订本。除重复的药方外，两本书共载药方269个，使用药物214味，基本概括了临床各科的常用方剂。这两本书与《黄帝内经》、《神农本草经》并称为“中医四大经典”。

张仲景把包括多种传染病在内的一切外感发热病通称为“伤寒”。创造性地提出以“六经”辨伤寒，以脏腑辨杂病的“辨证论治”的治疗原则，确立了理、方、法、药相结合的理论体系，为中医学术的发展打下了基础。至今，“辨证论治”仍是中医诊断治疗的核心部分。

为了作出正确诊断，他还提出“八纲”（即阴、阳、表、里、寒、热、虚、实）的辨证方法，其中又以阴阳作为总纲，凡寒症、虚症、里症一般是阴病，凡热症、实症、表症一般是阳病。他把这种通过“四诊”（望、闻、问、切）得来的病人各方面的表现加以综合、归纳、分析、辨认，从而作出正确判断，就是所谓“辨证”。辨证就是综合全部症状，认清疾病的本质；论治是采取不同的方法治疗。张仲景总结以前的经验，根据不



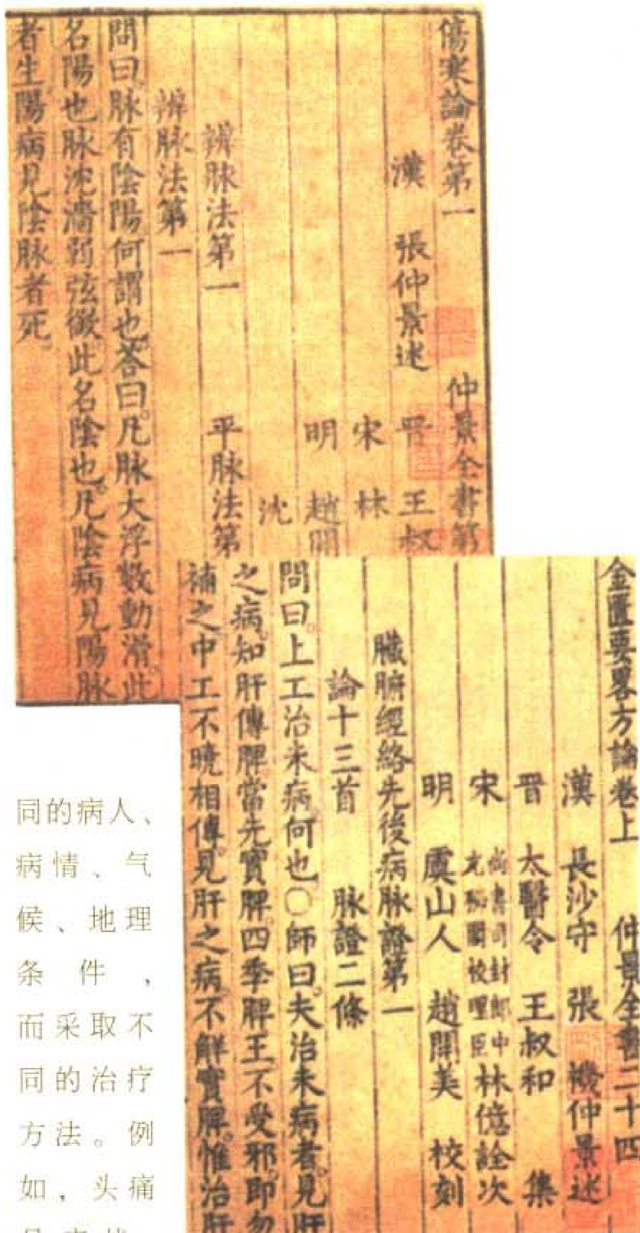
张仲景画像

世界现存最早的医案

淳于意，号仓公，山东临淄人。曾任齐国的太仓公，故又称仓公。自幼好学，广泛涉猎，先拜师于同郡的公乘阳庆，后又投师于当世名医公孙光，尽得其传。并在行医之余，为了更好的总结行医的经验教训并传世后人，将典型医案详细记录，以成《诊籍》，是世界现存最早的医案。

《诊籍》25案即淳于意生前针对汉文帝诏问所述的25例病案，涉及的患者上至王侯官吏，下至百姓奴仆；涉及的疾病有痈疽、消瘅、龋齿、厥症、怀子不乳、月事不下等内外妇儿及口腔10余类；涉及的病因有感受寒湿(如流汗或汗出受寒)7例，房事所伤4例，饮酒2例，饮酒、盛怒与房事不节相合3例，情志所伤(如怒、忧思)2例，饱食、过劳、外伤、服药石、不讲卫生各1例，未言明1例，其中许多与《内经》病因学相合，尤强调感受寒湿、房事所伤、情志因素和饮酒。另外还有许多颇具新意，如最早提出龋齿的病因与“食而不漱”即饭后不漱口有关；记载了第一例忧思致病的案例，而且病患还是未成年的小儿；记载了首例女子性欲不遂案等，这些都是宝贵的医学史料。

《诊籍》所载的治病方法有针灸、药物、食疗等，涉及的方药有下气汤、火齐(剂)汤、苦参汤、莨菪药、消石、芫花、米汁、药酒、柔肠、窜药、丸药、半夏丸等，尽管有些方药的记载不具体，但法理自通，且有创新。如“病龋齿”案(13)提到苦参汤漱口，苦参可清热燥湿杀虫，用之漱口具有科学性；又如“病蛲瘕”案(19)，用芫花煎汤饮之，芫花苦温有毒，能泻水逐饮杀虫，所以可治蛲虫病。特别是仓公还首次提出了物理降温法，在“病厥”案(16)中，病人头痛身热、烦躁，仓公嘱“以寒水”拊(同抚)其头”，并加刺足阳明脉而获效。这些观点在当时的年代确实难能可贵。当然，某些用药有可商之处，如怀子不乳案(14)用莨菪催生成功，而历代本草及药理学均未记载或证实莨菪的这一功能，是否与该药有“使人健行”、“强志益力通神”等间接功能有关，还有待研究。



傷寒論卷第一　仲景全書第

漢　張仲景述

晉　王叔

宋　林

明　趙開

沈

辨脉法第一

平脉法第

辨脉法第一

問曰脉有陰陽何謂也荅曰凡脉大浮數動滑此名陽也脉沈濇弱弦微此名陰也凡陰病見陽脉者生陽病見陰脉者死

金匱要畧方論卷上　仲景全書二十四

漢　長沙守　張機仲景述

晉　太醫令　王叔和　集

宋　尚書司封郎中充秘閣校理　臣林億詮次

明　虞山人　趙開美　校刻

臟腑經絡先後病脉證第一

論十三首　脉證二條

問曰上工治未病何也○師曰夫治未病者見肝之病知肝傳脾當先實脾四季脾王不受邪即勿補之中工不曉相傳見肝之病不解實脾惟治肝

《金匮要略》书影

同的病人、病情、气候、地理条件，而采取不同的治疗方法。例如，头痛是症状，但并不能表明病因，需经四诊（望、闻、问、切）集中全部症状。有头痛、恶心、鼻塞、清涕、脉浮、无汗，经过八纲（阴、阳、表、里、寒、热、虚、实）辨症，得出结论是外感风寒表症。据此立法：为辛温解表。如，南方夏天气候热，就少用热性药，北方冬天气候冷，就多用温热类的药。

他还总结出了驱邪与扶正两大治疗原则以及汗、吐、下、合、温、清、补、消8种治疗方法，即邪在肌表用汗法；邪壅于上用吐法；邪实于里用下法；邪在半表半里用合法；寒症冷地用温法；热症暑季用清法；虚症用补法；积滞肿块用消法。

这种针对不同情况的灵活用药的原则就是中医的辨证论治。有的方法汉以前就有人使用，经张仲景的总结而确立起来，并成为以后中医遵循的治疗原则。

在处方用药方面，《伤寒杂病论》共载药方375种，使用药物214种。张仲景大胆创新，调制了不少新的复合方剂，大大发展了方剂学。现在中医临床上不少常用方剂都是由其方剂加减变化而来的。《伤寒杂病论》奠定了中医治疗学的基础，对世界医学的发展也有很大影响。

在这部著作中，张仲景创造了三个世界第一：首次记载了人工呼吸、药物灌肠和胆道蛔虫治疗方法。《伤寒杂病论》是后世业医者必修的经典著作，历代医家对之推崇备至，赞誉有加，至今仍是我国中医院校开设的主要基础课程之一，仍是中医学习的源泉。



医方木简

1972年甘肃威武出土东汉医方木简92支，登录医方30多个，用药近100种，并记有药忌、药价等。

013 外科医学鼻祖 华佗与《五禽戏》



华佗，字元化，沛国谯（今安徽亳县）人。生卒年难于确考，约生活于2世纪初，208年以前被曹操杀害。早在三国时，华佗就被魏国列为著名医家，后世誉称他是“外科学鼻祖”。

华佗生活的时代，是东汉末年三国初期。那时，世事混乱，水旱成灾，疫病流行，人民处于水深火热之中。“出门无所见，白骨蔽平”这是当时著名诗人王粲在其《七哀诗》里所描述的。这就是当时社会景况的真实写照。目睹这种情况，华佗感到非常的悲愤，十分同情受压迫受剥削的劳动人民。为此，他拒绝做官，宁愿游走四方，到处奔跑，为人民解脱疾苦。

华佗的医术，受人称道，他在东汉时便已经可以施用打开腹腔的外科手术，而后又使用针线缝合，和现代医术如出一辙，书曰：“病若在肠中，便断肠湔洗，缝腹膏摩，四五日差，不痛，人亦不自寤，一月之间，即平复矣。……又有人病腹中半切痛，十余日中，鬓眉堕落。佗曰：‘是脾半腐，可刳腹养治也。’使饮药令卧，破腹就视，脾果半腐坏。以刀断之，刮去恶肉，以膏傅疮，饮之以药，百日平复。”华佗在1800百年前就可以进行脾脏

华佗故里　安徽亳州之华祖庵。



五禽戏

摘除手术，足可见其医术之高明。

华佗在公元2世纪发明麻醉剂——“麻沸散”，是世界医学史上一个伟大的创举。他用“麻沸散”做全身麻醉，进行开腹手术。据《后汉书·华佗传》记载：“若疾发结于内，针药所不能及者，乃令先以酒服麻沸散，既醉无所觉，因刳破腹背，抽割积聚。若在肠胃，则断截湔洗，除去疾秽，既可缝合，傅以神膏，四五日创愈，一月间皆平复。”他是世界上第一个用全身麻醉做手术的人，比西方发明麻药早1600多年。据日本外科学家华冈青州的考证，麻沸散的组成是曼陀罗花一升，生草乌、全当归、香白芷、川芎各四钱，炒南星一钱。自从有了麻醉法，华佗的外科手术更加高明，治好的病人也更多。他治病碰到那些用针灸、汤药不能治愈的腹疾病，就叫病人先用酒冲服麻沸散，等到病人麻醉后没有什么知觉了，就施以外科手术，剖破腹背，割掉发病的部位。如果病在肠胃，就割开洗涤，然后加以缝合，敷上药膏。四五天伤口愈合，一个月左右，病就全好了。华佗在当时已经能做肿瘤摘除和胃肠缝合这一类的外科手术。一次，有个推车的病人，曲着腿，大喊肚子痛。不久，气息微弱，喊痛的声音也渐渐小了。华佗切他的脉，按他的肚子，断定病人患的是肠痈。因病势凶险，华佗立即给病人用酒冲服“麻沸散”，待麻醉后，又给他开了刀。这个病人经过治疗，一个月左右病就好了。他的外科手术，得到历代的推崇。明代陈嘉谟的《本

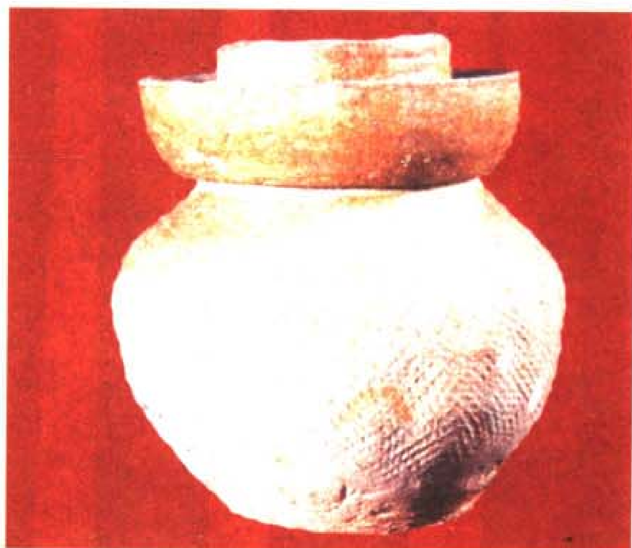
草蒙筌》引用《历代名医图赞》中的一诗作了概括："魏有华佗，设立疮科，剔骨疗疾，神效良多"。

另外，华佗还主张体育运动，他汲取了古代的导引之术，开体育医疗之先河，创制了一套模仿虎、鹿、熊、猿、鸟等五种动物的动作、姿态来锻炼人身体各部位的医疗体操，即"五禽戏"。"五禽戏"的动作是模仿虎的扑动前肢、鹿的伸转头颈、熊的伏倒站起、猿的脚尖纵跳、鸟的展翅飞翔等，至今仍有许多人学习它，受益良多。"五禽戏"历代相传，发展了很多流派，后又创立了五禽剑，成为我们祖国的优秀文化之一。

华佗除系统地接受古代的医疗经验外，还能很好地重视和应用民间的医疗经验。他一生游历

"丸"字双口药壶

汉。陶质。高18.5cm，口径13cm，底径9.5 cm，腹围54cm。双口，便于密封。壶径外壁有一阴刻"丸"字，表明为贮藏丸药的容器。



刮骨疗伤

三国时，关羽攻打樊城时，不幸被毒箭射中右臂。众将请关公班师回荆州调治，关公不答应，说："我不能因小小创伤，而误了军国大事。"众人只好四方访寻名医。名医华佗听闻关公中了毒箭的事后，特来医治。这时，关公的右臂痛得厉害，正和马良下棋来分散注意力。

华佗看过关公的箭伤，说："您的手臂如果再不治理，恐怕便要废了！如果要根治，得把君侯的手臂牢牢缚在柱上，再蒙住您的眼睛，然后我用刀把皮肉割开至见骨，刮去骨头上的毒，再敷上药，以线缝合，这才治得好，但恐君侯惧怕。"

关公听了后，笑着说自己不是世间俗子，不怕痛，更不用把臂缚在柱上；并命人先送上食物，说："先生远道而来，请先用酒菜！"关公陪着华佗吃了一会，便伸出了右臂，说："现在就请动手，我照样下棋吃喝，请先生不要见怪！"华佗也不再说什么，取出一把尖刀，请人在关公的臂下放上一个盆子，看准了位置，下刀把关公的皮肉割开。关公吃喝如常，华佗气定神闲地说："我用刀把君侯骨头上的毒给刮走，这就好了！"华佗的手法娴熟，话刚说完，手上的刀子已经在关公手臂的骨头上来回刮，还发出窸窣的声音，流出的血也几乎注满了整个盆子。将士见到这情境，也掩面失色，唯独关公仍继续下棋吃喝，面不改容。不久，华佗把毒全刮走，敷上药，并把伤口缝合。

关公大笑而起，对众将说："此臂伸舒如故，并无痛矣。先生真神医也！"华佗说道："我为医一生，未尝见此。君侯真天神也！君侯箭疮虽治，然须爱护。切勿怒气伤触。过百日后，平复如旧矣。"关公箭疮既愈，拿出黄金百两酬谢，并设席款待华佗。华佗婉拒说："某闻君侯高义，特来医治，岂望报乎！"坚持不受，留药一帖，以敷疮口，辞别而去。

历史上真的是华佗为关羽刮骨疗伤的吗？

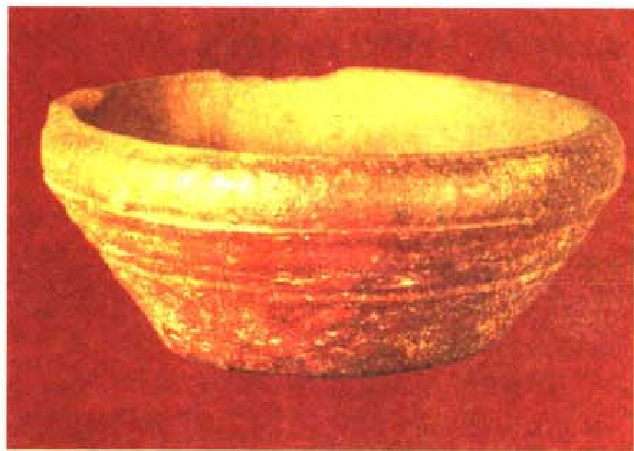
"神医"华佗曾创"麻沸散"，是世界医学史上首次使用药物全身麻醉而施行剖腹术的人。不过，历史上的华佗并未给关公治过箭伤，二人连见面的机会都没有。因为华佗死于建安13年(208)，而关羽中毒箭则是建安24年(219)的事，其间相隔11年，死人怎么能医治活人？不过关羽中箭刮毒确有其事，这在《三国志·关羽传》已有记载，其详细情况与《三国演义》所述相似，但可惜书中没有记下医生的姓名。

罗贯中之所以将那位医生写成是华佗，大概因为华佗是当时的名医且擅长外科手术，治理箭伤更不成问题。如此"有根有据"，加之作者的生花妙笔，把故事写得活灵活现、栩栩如生，何人不信"刮骨疗毒"的真实性呢？



敦煌医简 东汉。敦煌马圈湾遗址出土。

了很多地方，到处采集草药，向群众学习医药知识。在向民间找药的同时，还从民间搜集了不少单方，经常用这些单方来治病。有一次，华佗在路上遇见一位患咽喉阻塞的病人，吃不下东西，正乘车去医治。病人呻吟着十分痛苦。华佗走上



研钵

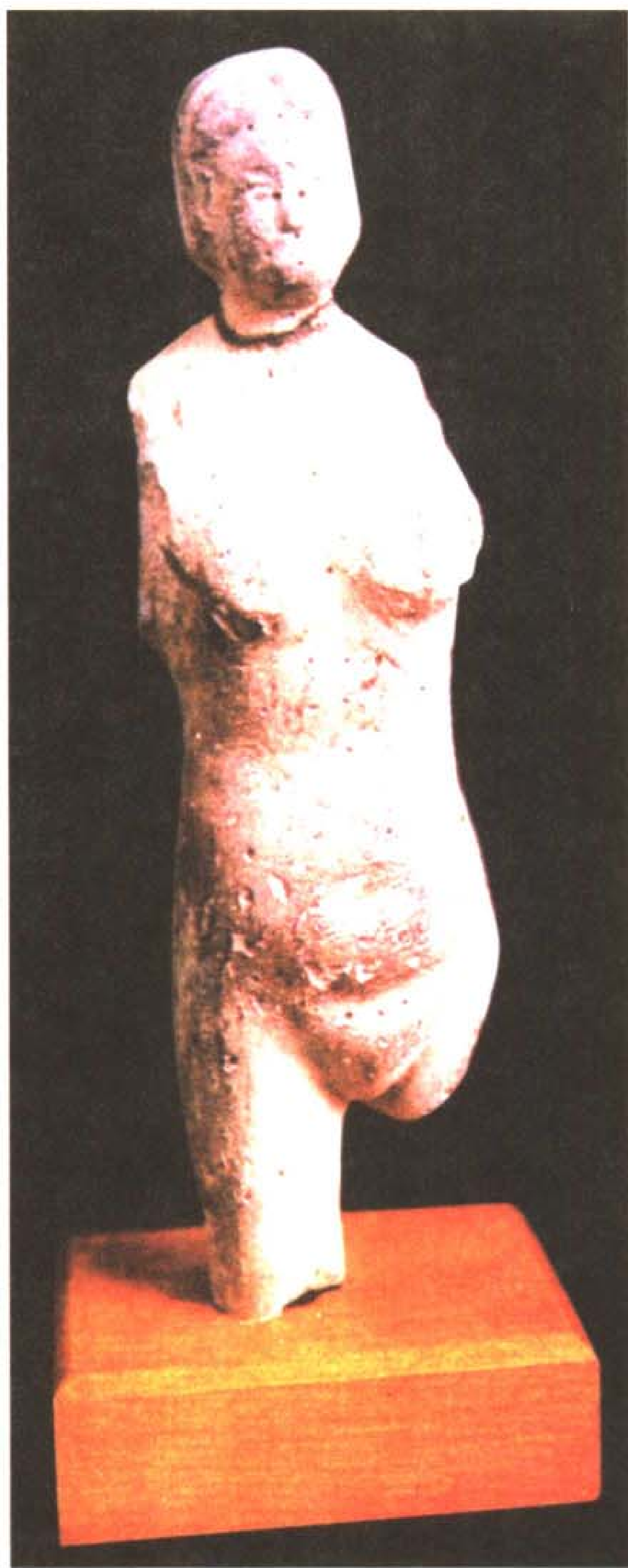
汉。陶质。高8.5cm，口径21cm，底径11cm。厚重，胎体坚硬。可用于研磨药物。

前去仔细诊视了病人，就对他说：“你向路旁卖饼人家要三两萍齑，加半碗酸醋，调好后吃下去病自然会好。”病人按他的话，吃了萍齑和醋，立即吐出一条寄生虫，病也就真的好了。病人把虫挂在车边去找华佗道谢。华佗的孩子恰好在门前玩耍，一眼看见那人，就说：“那一定是我爸爸治好的病人。”那病人走进华佗家里，见墙上正挂着几十条同类的虫。华佗用这个民间单方，早已治好了不少病人。

华佗还是一名能运用心理疗法治疗疾病的专家。一次，一位太守请他看病，华佗认为经过一次大怒之后，他的病就会好。于是他接受了许多财物，却不给他好好看病，不久又弃他而去，并留下了封书信骂他。太守大怒，让人去追，他的儿子知道事情的真相，便悄悄拦住了去追赶他的人。太守在极度愤恨之下，吐出了很多黑血，病

很快就好了。

另外，华佗晚年精心于医书的撰写，《梁七录》载有《华佗内事》五卷，《隋书·经籍志》有《华佗观形察色并三部脉经》一卷，《华佗枕中灸刺》一卷，吴普撰《华佗方》十卷。可惜没有留传下来。华佗临死，仍不忘济世救民，将已写好的《青囊经》取出，交狱吏说："此书传世，可活苍生。"狱吏畏罪，不敢受书。华佗悲愤之余，只得将医书投入火中，一焚了之。唐代的《千金方》和《外台秘要》也有部分引录，这是他遗留给我们的少许文字。现在流传的以华佗署名的《中藏经》是宋代人所作，不是他的原著。但他有弟子多人，其中有以针灸出名的彭城樊阿著有《吴普本草》的广陵吴普和著有《本草经》的西安李当之，皆闻名于世，并把他的经验继承了下来。



针灸铜人

东汉。河南南阳医圣祠出土。残高20cm。人像为女体，分布有数十个细孔，似按经络穴位排列。

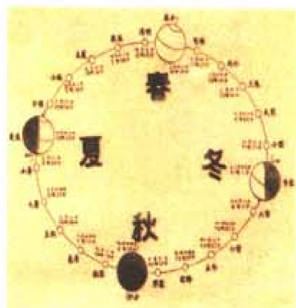


徐州华佗墓

曹操杀华佗

华佗游医四方，名满天下。曹操患头痛病，召华佗前往治疗，华佗采用针疗治病有效，但并没有除去曹操的病根。后来华佗又找借口避家不出，曹操大怒，派人捉拿华佗，下到狱中，于建安八年(203)被处死。据说，华佗处死当日，曹操幼子曹冲患症疾，急传华佗诊治，却悔之晚已。

014 尽唱农时节令的二十四节气歌



“地球绕着太阳转，绕完一圈是一年。一年分成十二月，二十四节紧相连。按照公历来推算，每月两气不改变。上半年是六、廿一，下半年逢八、廿三。这些就是交节日，有差不过一两天。二十四节有先后，下列口诀记心间：一月小寒接大寒，二月立春雨水连；惊蛰春分在三月，清明谷雨四月天；五月立夏和小满，六月芒种夏至连；七月大暑和小暑，立秋处暑八月间；九月白露接秋分，寒露霜降十月全；立冬小雪十一月，大雪冬至迎新年。抓紧季节忙生产，种收及时保丰年。”这就是尽唱农时节令的二十四节气歌。

治水石刻书

大禹治水成功后，人们“降丘宅土”，逐渐从丘陵瘠地半搬到平原沃壤居住，开始从事农业生产。图为开封禹王台石刻书治庆功图局部。



二十四节气是我国历法的一个重要内容，在战国时已经齐备，它把一年分为二十四等份，平均十五天稍微过一点设一个节气，它反映了太阳一年在黄道上运动的24个特定的位置。所以二十四节气实际上是一种特定的太阳历，对农业生产起重要的知道作用。它包括雨水、春分等12个中气，立春、惊蛰等12个节气。春秋时用圭表测日影，定出了春分、夏至、秋分、冬至等，以后在农业生产实践中，逐渐充实改善，成为农事活动的主要依据。

二十四节气起源于黄河流域。远在春秋时代，就定出仲春、仲夏、仲秋和仲冬等四个节气。随着历史的发展，农事生产的发展和天文历法的进步，到秦汉年间，二十四节气完全确立。公元前104年，由邓平等制定的《太初历》，正式把二十四节气订于历法，明确了二十四节气的天文位置。

太阳从黄经零度起，沿黄经每运行15度所经历的时日称为“一个节气”。每年运行360度，共经历24个节气，每月2个。其中，每月第一个节气为“节气”，即：立春、惊蛰、清明、立夏、芒种、小暑、

立秋、白露、寒露、立冬、大雪和小寒等12个节气；每月的第二个节气为“中气”，即：雨水、春分、谷雨、小满、夏至、大暑、处暑、秋分、霜降、小雪、冬至和大寒等12个节气。“节气”和“中气”交替出现，各历时15天，现在人们已经把“节气”和“中气”统称为“节气”。

为了方便记忆，人们编出了二十四节气歌诀和七言诗，分别是：

二十四节气歌

春雨惊春清谷天，夏满芒夏暑相连，秋处露秋寒霜降，冬雪雪冬小大寒。

气候与物候

物候是指自然界生物和非生物因素受气候影响，在一年中随季节变化而出现的现象。如植物的萌芽、发叶、开花、叶落；候鸟的来临和迁出；见霜、下雪、河冻等都是物候现象。中国最早的物候记载，见于公元前一千年以前的《诗经·豳风·七月》，其后的《夏小正》、《吕氏春秋·十二纪》、《淮南子·时则训》和《礼记·月令》等，则已经按月记载全年的物候历了。而《逸周书·时训解》更把全年分为七十二候，记有每候五天的物候，成为更加完善的物候历，北魏时曾附属于历书。在西汉，著名的农学著作《氾胜之书》有以物候为指标来确定耕种时期的记载，里面还记载有世界上最早的实际观测的物候记录。

物候知识的不断发展，已逐渐形成为一门近代的独立学科，称为物候学。物候学是研究自然界植物、动物、气象、水文、土壤等环境条件，在一年中周期性变化之间相互关系的科学，它是介于生物学、生态学和气象学之间的边缘学科。物候现象随气候的变化而变化，它不仅反映了当时的天气，而且反映了过去一个时期中天气的积累作用。从物候的记录可以分析出季节的迟早。物候现象可作为季节的一种指示。物候学又称为生物气候学，是同其他多种学科广泛联系的一门学科。气候学概论包括气候学一般原理、气候特征的时间和空间分布、演变及其分类等。此外，气候学还可按大气的分层分为：近地层气候学和平流层气候学等。气候学同各门基础科学、技术科学及至社会科学间有着广泛的联系。是同其他多种学科广泛联系的一门学科。物候现象是气候的一面镜子。许多生态因素可通过各种气象仪器精密地测定，但对于季节来临的迟早却无法直接表示，而物候则可较全面、准确地反映出来。



流星雨记录

在中国记载古籍中有关流星的记载十分丰富。《春秋》记载了鲁庄公七年（前687）的一次流星雨：“夏四月辛卯，夜恒星不见，夜中，星陨如雨。”在中国古籍中，关于流星雨的记录多达数百次。

二十四节气七言诗

地球绕着太阳转，绕完一圈是一年。一年分成十二月，二十四节紧相连。按照公历来推算，每月两气不改变。上半年是六、廿一，下半年逢八、廿三。这些就是交节日，有差不过一两天。

立春：立是开始的意思，立春就是春季的开始。

雨水：降雨开始，雨量渐增。

惊蛰：蛰是藏的意思。惊蛰是指春雷乍动，惊醒了蛰伏在土中冬眠的动物。

春分：分是平分的意思。春分表示昼夜平分。

清明：天气晴朗，草木繁茂。

谷雨：雨生百谷。雨量充足而及时，谷类作物能茁壮成长。

立夏：夏季的开始。

小满：麦类等夏熟作物籽粒开始饱满。

芒种：麦类等有芒作物成熟。

夏至：炎热的夏天来临。

小暑：暑是炎热的意思。小暑就是气候开始炎热。

大暑：一年中最热的时候。

立秋：秋季的开始。

处暑：处是终止、躲藏的意思。处暑是表示炎热的暑天结束。

白露：天气转凉，露凝而白。

秋分：昼夜平分。

寒露：露水以寒，将要结冰。

霜降：天气渐冷，开始有霜。

立冬：冬季的开始。

小雪：开始下雪。

大雪：降雪量增多，地面可能积雪。

冬至：寒冷的冬天来临。

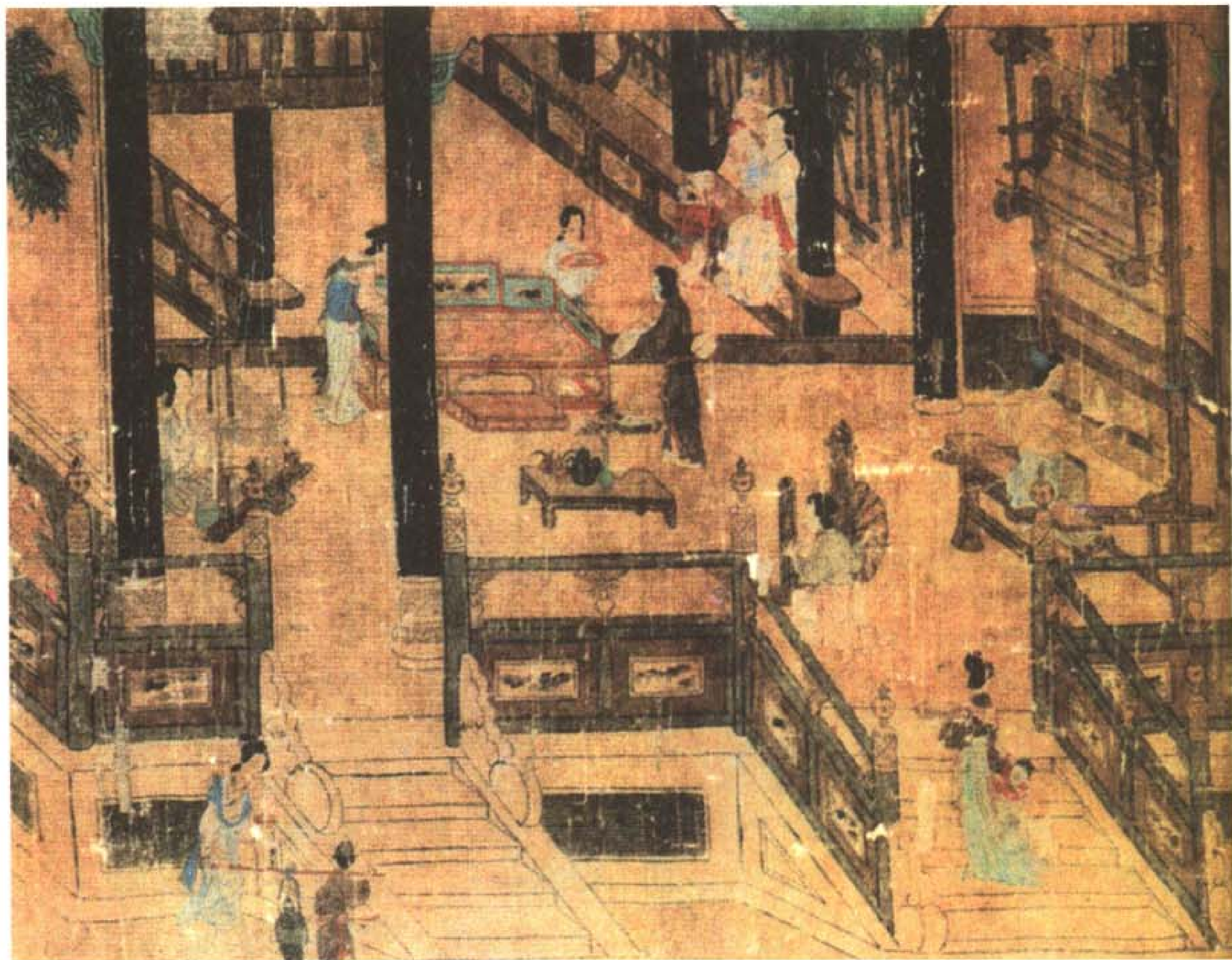
宫蚕图

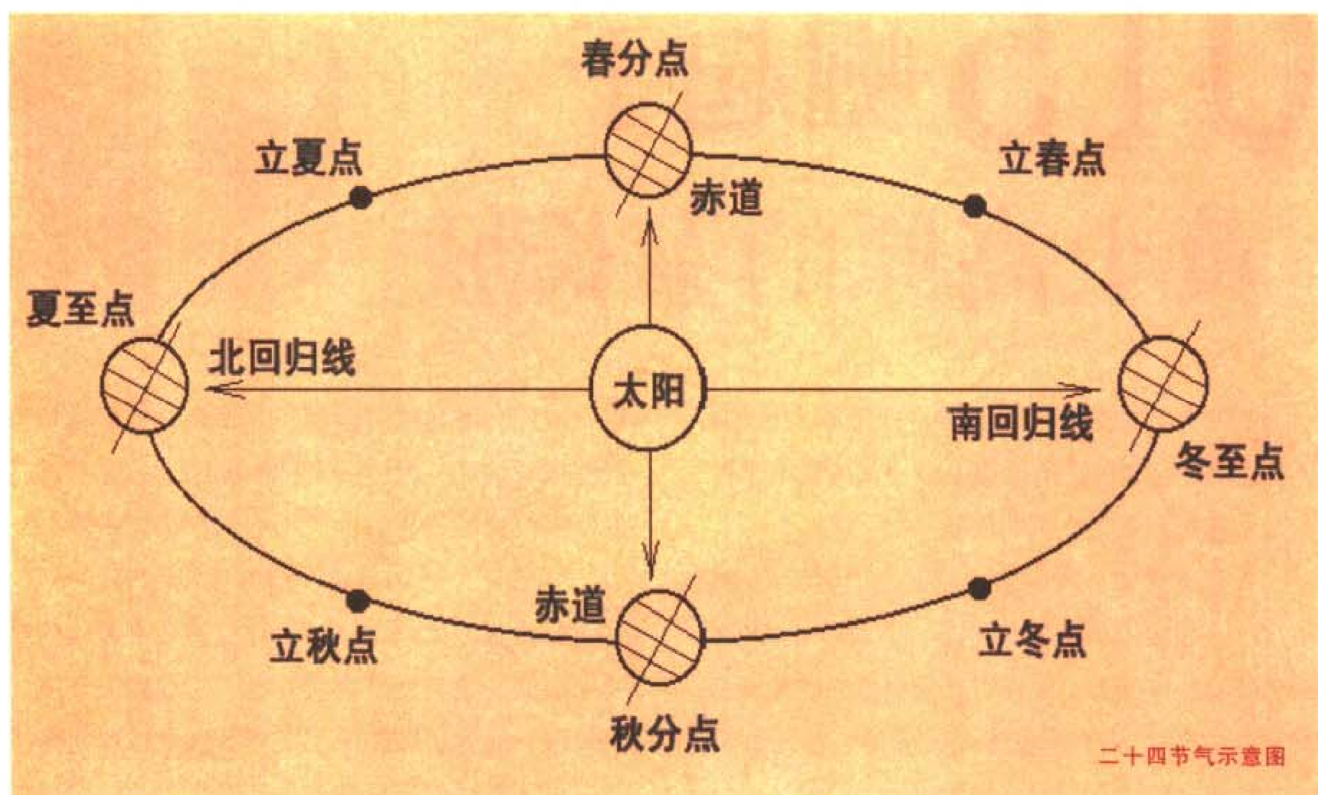
夏、商、西周时期，我国养蚕业发展到一个新的历史阶段，养蚕已从野外养进入室内饲养。《夏小正》云"三月，妾子始蚕，执养宫事"。这里讲的"宫"，指房屋，可释为从事室内养蚕之事。明代《宫蚕图》就生动反映出室内养蚕的情况。

小寒：气候开始寒冷。

大寒：一年中最冷的时候。

从二十四节气的命名可以看出，节气的划分充分考虑了季节、气候、物候等自然现象的变化。其中，立春、立夏、立秋、立冬、春分、秋分、夏至、冬至是用来反映季节的，将一年划分为春、夏、秋、冬四个季节。春分、秋分、夏至、冬至是从天文角度来划分的，反映了太阳高度变化的转折点。而立春、立夏、立秋、立冬则反映了四季的开始。由于中国地域辽阔，具有非常明显的季风性和大陆性气候，各地天气气候差异巨大，因此不同地区的四季变化也有很大差异。小暑、大暑、处暑、小寒、大寒等五个节气反映气温的变化，用来表示一年中不同时期寒热程度；雨水、谷雨、小雪、大雪四个节气反映了降水现象，表





二十四节气示意图

明降雨、降雪的时间和强度；白露、寒露、霜降三个节气表面上反映的是水汽凝结、凝华现象，但实质上反映出了气温逐渐下降的过程和程度：气温下降到一定程度，水汽出现凝露现象；气温继续下降，不仅凝露增多，而且越来越凉；当温度降至摄氏零度以下，水汽凝华为霜。小满、芒种则反映有关作物的成熟和收成情况；惊蛰、清明反映的是自然物候现象，尤其是惊蛰，它用天上初雷和地下蛰虫的复苏，来预示春天的回归。

节气是华夏祖先历经千百年的实践创造出来的宝贵科学遗产，是反映天气气候和物候变化、掌握农事季节的工具。农历节气准确的表示着一年中气温变化的关键日，为人们一年之中有规律的生活与农耕，提供了最好的依据。

立秋

大暑之后，时序到了立秋。秋是肃杀的季节，预示着秋天的到来。历书曰："斗指西南维为立秋，阴意出地始杀万物，按秋训示，谷熟也。"这时太阳黄经为135度。从这一天开始，天高气爽，月明风清，气温由热逐渐下降。有谚语说："立秋之日凉风至"，即立秋是凉爽季节的开始。但由于我国地域辽阔幅员广大，纬度、海拔高度不同，实际上是不可能在立秋这一天同时进入凉爽的秋季的。从其气候特点看，立秋由于盛夏余热未消，秋阳肆虐，特别是在立秋前后，很多地区仍处于炎热之中，故素有"秋老虎"之称`。气象资料表明，这种炎热的气候，往往要延续到九月的中下旬，天气才真正能凉爽起来。

立秋日对农民显得尤为重要，有农谚说："雷打秋，冬半收"，"立秋晴一日，农夫不用力"。这是说立秋日如果听到雷声，冬季时农作物就会歉收；如果立秋日天气晴朗，必定可以风调雨顺地过日子，农事不会有旱涝之忧，可以坐等丰收。此外，还有"七月秋样样收，六月秋样样丢"，"秋前北风秋后雨；秋后北风干河底"的说法。也就是说，农历七月立秋，五谷可望丰收，如果立秋日在农历六月，则五谷不熟还必致歉收；立秋前刮起北风，立秋后必会下雨，如果立秋后刮北风，则本年冬天可能会发生干旱。

在我国封建社会时期，还有立秋迎秋之俗，每到此日，封建帝王们都亲率文武百官到城郊设坛迎秋。此时也是军士们开始勤操战技，准备作战的季节。由此可见立秋日为何种天气是如此的重要。

015 崛起于黄土高原的秦长城



延绵逶迤的秦长城是我国古代劳动人民的一项杰出创造，是世界上最伟大的建筑之一，也是中华民族悠久文明的象征。

关于秦长城，我们知道这么一个凄美的爱情故事——孟姜女哭长城。但是，孟姜女她哭的是秦长城吗？事实上，根据历史专家们的研究调查，真正的孟姜女哭长城应该是这样的：公元前550年，齐庄公发兵攻打莒国，齐军先锋杞梁在与莒国交战时战死，齐庄公班师回国路上，在莒城郊外遇到杞梁的妻子，向她吊唁，杞梁妻子得知丈夫已经战死，悲痛交加，拒绝接受在郊外吊唁，齐庄公便到杞梁家设祭吊唁。经过几个朝代的补续和演义，尤其是从唐代开始，孟姜哭夫变成了哭长城，哭齐长城变成了哭秦长城，杞梁也由于口口相传演变成万喜良或是范喜良。这一传说的影响进一步扩大，但山东及河北仍是其流传的核心地区。所以由此可知，孟姜女哭的是齐长城而不是秦长城。



秦长城

战国时秦国最早修的长城叫“堑洛长城”。公元前五四世纪之交的时候，秦东部黄河、洛河之间的土地屡被魏攻占。为了抵御魏国，公元前408年秦退守洛水西岸，沿河修筑长城，并筑重泉城用来自保。司马迁在《史记》中即有“堑洛，城重泉”的记载。“堑”就是掘的意思，这里所谓的堑洛也就是削掘洛河岸边的山崖以利防守。重泉城故址在今陕西蒲城县东南钤铒镇，东距洛河3公里，是屯军的地方。这段长城的修筑方法是筑墙与削掘崖岸相结合，所以史书上称作“堑洛长城”。它是战国时期秦国修筑最早的一段长城。比魏国的河西长城（滨洛长城）早56年。秦堑洛长城的位置走向，根据《水经注》有关记载，并结合实地考察，已经找到踪迹。这条秦长城的南端起于陕西华阴县东南华山之下的小张村，逶而向东北，经华阴庙东北，跨过沙渠河而至渭河之滨，渭河以北则沿洛河南岸向西，入蒲城境内，再沿



小篆体十二字砖　砖文是："海内皆臣，岁登成熟，道毋饥人"。

洛河西岸向北延伸至白水县黄龙山麓。目前，只有渭河以南华阴县小张村至华阴庙东城子之间保存着低矮的夯土墙可以辨认。

秦国的另一条长城，是秦昭王时期修建的西北边的长城。秦国西北部与义渠为邻。义渠是我国古代西戎族的一支，分布在岐山、梁山、泾水、漆水的北面（今甘肃庆阳及泾川一带）。春秋时代，这个少数民族政权势力极强，自称为王，与秦国经常有纷争，不断的打仗和好，然后又打仗。秦惠文王三年（前335），义渠曾在洛地将秦军打败。为了防备义渠的侵犯，秦惠文王于后元初年（前324）开始在北部边境修筑防御工事——长城。但义渠的侵犯并未因此停止，公元前318年它趁六国联军攻打秦的有利时机，再次进攻秦国并取得了胜利。秦惠文王后元十一年（前314）虽曾派兵讨伐义渠，但是只夺取了几个城池。一直到了秦昭王在位的时候，才用计谋消灭了义渠，夺取它的领地，并修筑长城用来防御。但是秦昭王修筑这条长城的具体时间，史籍上没有明确的记载，可是根据《史记·西羌列传》记载，宣太后诱杀义渠王的时间是周赧王四十三年，这一年同时也是秦昭王三十五年，即公元前272年。这样类推，秦昭王修长城应该开始于昭王三十五年或后面的一些时间。至于这条长城的具体位置，根据《史记》的记载应当在陇西、北地、上郡等三郡的外围。具体起止地点和走向，是根据《水经注》《元和郡县志》和《太平寰宇》等文献记载和专家的考察确定。秦昭王长城西起当今甘肃岷县，沿洮河东岸北行至今临洮县，向东南至渭源境，然后转向东北经通渭、静宁等县进入宁夏南面境内，经



《阿房宫》图局部


编年纪竹简

过胡芦河、六盘山、伸入固原县境内，再由固原县境折为东北方向，进入甘肃省环县，经过陕西省吴起、靖边、志丹、安塞等县的横山山脉向东北到靖边县天赐湾与安塞县镰刀湾之间分为二支。一支沿大理河与淮宁河之间的分水岭向东至绥德县城西，傍无定河西岸转向北行至榆林县南鱼河镇。另一支转向北，经靖边县东、横山、榆林至神木县入内蒙古自治区南境，直达黄河西岸。

秦昭王时期所建的长城修建时间大致可以说是在战国时期，而到了秦始皇三十三年（前214）派遣大将蒙恬向北讨伐匈奴，又从西（今甘肃岷县）向东（辽东）修筑了长达12公里的长城，距今已有2200多年的历史，用来防止匈奴再向南进攻，


禅封石刻

公元前219年，秦始皇在泰山行封礼时所刻残字。

这就是一般人们所说的秦长城。秦始皇所筑万里长城，基本上是燕北长城，赵武灵王所筑赵北长城及秦昭王所筑长城的基础上进行大规模的修复，并将原来燕、赵、秦长城不相连接的空隙之地补筑上城墙，使起临洮至辽东的整个长城防线连贯为一。秦始皇长城大致为：西起于甘肃省岷县，循洮河向北至临洮县，由临洮县经定西县南境向东北至宁夏固原县。由固原向东北方向经甘肃省

环县，陕西省靖边、横山、榆林、神木，然后折向北至内蒙古自治区境内托克托南，抵黄河南岸。黄河以北的长城则由阴山山脉西段的狼山，向东直插大青山北麓，继续向东经内蒙集宁、兴和至河北尚义县境。由尚义向东北经河北省张北、围场诸县，再向东经抚顺、本溪向东南，终止于朝鲜平壤西北部清川江入海处。它就像一条金腰带由东向西横穿固阳中部（东西横贯西吉、固原、彭阳三县），跨越五个乡镇，这是目前保留较为完整的一段秦长城。

秦长城的修筑是我国历史上的一大创举，理所当然的有它无可取代的历史意义和地位。它昭示着古时各国家之间的联系与纠葛，纷纷扰扰的战和关系，它是我们中华民族的瑰宝，也是世界建筑史上的奇迹，更是我们中华民族辉煌的历史，灿烂文化的象征。如今虽然历史的风雨剥蚀，长城已成了断垣残基，但仍以苍苍莽莽的气势，威武雄浑的壮阔，浓缩成了一种厚实的文化积淀，以永恒的苍凉和悲壮，永远留在华夏文明的史册里。



阿房宫遗址

秦始皇统一六国后，兴建阿房宫，为双层建筑，气势雄伟，这可从杜牧的《阿房宫赋》略见一斑。因规模宏大，秦灭时尚未完工，被兵火焚毁。遗址位于今陕西西安市西郊三桥镇，为一长方形夯土台基，是研究秦代建筑的重要史料。

阿房宫

阿房宫始建于公元前212年，是秦王朝的宫殿，楚汉之争时西楚霸王项羽占据王都，令纵火焚烧，燃烧历时3个月，才完全彻底摧毁，由此可见其建筑规模。今遗址位于我国著名古都长安(西安)西郊。据介绍，1994年联合国科教文组织曾组织实地考察，确认该遗址在世界古建筑中名列前茅，为世界著名奇迹和遗址之一。

阿房宫究竟有多大？司马迁在他的《史记·始皇本纪》中说：阿房宫的殿，东西500步，南北50丈，殿中可坐一万人，殿下可以树起5丈高的大旗。四周为阁道，自殿下直抵南山。在南山的巅峰建宫阙，又修复道，自阿房宫直达咸阳。如今的陕西西安西郊三桥镇以南，东起巨家庄，西至古城村，还保存着60万平方米的阿房宫遗址。

阿房宫宫殿之多、建筑之广、规模之宏大，是世界建筑史上无与伦比的宫殿建筑。“蜀山兀，阿房出”，这是晚唐诗人杜牧《阿房宫赋》开篇所描述的，可见其规模的宏大。恢复的阿房宫依据史籍有关记载和秦朝的建筑风格进行仿建，约占原建筑群面积三分之一，有前殿、兰池宫、六国宫、长廊、卧桥、磁石门、上天台、祭地坛等建筑物。宫前有广场，两侧分别高约四米的仿铜塑像(秦始皇为防百姓造反，将收缴的刀枪铸为18个巨大的铜人)。入门沿台阶而上，通高约4层楼；过了卧桥为前殿，高约5层，然后为广场，可作观看表演之用；主殿高约7层，阶前有表演平台。主殿后有面积近百亩的池，两侧有偏殿，并连接广场两侧和前殿两侧的走廊。

016 祖冲之的圆周率和岁差历法



求算圆周率的值一直是数学中一个非常重要也是非常困难的研究课题。我国古代有许多数学家都致力于圆周率的计算，而公元5世纪祖冲之所取得的成就可以说是圆周率计算的一个跃进。

祖冲之（429-500），字文远，我国古代伟大的数学家和天文学家，又被称为“圆周率之父”。祖冲之祖籍范阳郡遒县（今河北涞水），为避战乱，他的祖父祖昌由河北迁至江南。祖昌曾任刘宋的“大匠卿”，掌管土木工程；祖冲之的父亲也在朝中做官，学识渊博，受人敬重。公元429年祖冲之出生在建康（今江苏南京），由于他家历代都对天文历法有研究，所以他从小就接触数学和天文知识，阅读了许多天文、数学方面的著作。在青年时代祖冲之就博得了博学多才的名声，宋孝武帝听说后，派他到“华林学省”做研究工作。

墓星象图

约绘于北魏孝昌二年(526)。图中有星辰300余颗，有的星辰用线连成星座，中央绘出一条从南贯北的银河，是一般星图所少有的。



公元461年，他在南徐州（今江苏镇江）刺史府里从事，先后任南徐州从事史、公府参军。公元464年他调至娄县（今江苏昆山东北）任县令。他编撰的《大明历》，计算圆周率都是在他任娄县县令这一期间完成的。宋朝末年，祖冲之回到建康任谒者仆射，此后直到宋灭亡一段时间后，他花了较大精力来研究机械制造。公元494年到498年之间，他在南齐朝廷担任长水校尉一职，受四品俸禄。鉴于当时战火连绵，他写有《安边论》一文，建议朝廷开垦荒地，发展农业，安定民生，巩固国防。公元500年，祖冲之在他72岁时去世。

祖冲之的贡献主要体现在数学、天文历法和机械制造三个领域。在数学方面，除了我们都知道的圆周率外，还有关于球体体积的计算。他研究了《九章算术》中误差很大的“开例圆术”，也研究了张衡、刘徽在这个问题上的尝试，他从刘徽的计算中得到启发，和他的儿子祖暅（也是我国古代著名的数学家）一起，求得了球体体积的正确公式，这就是著名的“祖暅定理”。这个定理比意大利数学家卡瓦列里公理早了1000年。为了纪念祖氏父子发现这一原理的重大贡献，数学上也称这一原理为“祖原理”。

此外，他还著述了《缀术》，他写了五卷，他儿子写了六卷。《缀术》是从3世纪开始的数学理论研究的继续和发展，《缀术》中提到了许多现在我们常用的数学几何公式，如“差幂”、“开”、“开差幂”和“开差立”等。其中，“差幂”是指面积差，“开”是指从面积求边长，是从开方演变而来的。而“开差幂”就是由矩形面积和长、宽的差来求边长；“开差立”是已知长方柱柱体体积和长、宽、高的差，求边长。这对后世数学在几何方面的发展起到了极大的推动作用。但是随着历史的演变，这本巨著现在已经失传了，是数学史上的重大损失。

祖冲之是一个有多方面才能的科学家，有史书记载说，他曾经发明了一艘快船；创造了能够不用人力的自动机器，可见，他在机械制造方面有许多的发明与创造。

祖冲之还是一个勇于改革的科学家，在刘宋大明六年（462）时，他完成了《大明历》，主张对历法进行改革。祖冲之把虞喜发现的岁差引入历法计算，区分了回归年和恒星年。但是遭到了当时宋孝武帝宠臣戴法兴的激烈反对，攻击他的观点是有辱天理，违背传统的，说祖冲之是妄图改变祖宗的传统。当祖冲之提出391年设144个闰月的闰周时，戴法兴又极力反对他的这一变革，当时的一些官僚畏惧他是皇帝最宠爱的大臣，都纷纷附和他的观点。在那时，支持祖冲之的只有一个人，但是，即使在这样的情况下，祖冲之仍然没有放弃对真理的执著，依然勇敢地捍卫真理，并且指出改革的依据来自于实践，并专门写了《辨戴法兴难新历》对守旧派进行批驳。

公元464年，祖冲之35岁时，他开始计算圆周



戴汉式进贤冠

祖冲之的故事

祖冲之的祖父名叫祖昌，在宋朝做了一个管理朝廷建筑的长官。祖冲之长在这样的家庭里，从小就读了不少书，人家都称赞他是个博学的青年。他特别爱好研究数学，也喜欢研究天文历法，经常观测太阳和星球运行的情况，并且做了详细记录。

宋孝武帝听到他的名气，派他到一个专门研究学术的官署"华林学省"工作。他对做官并没有兴趣，但是在那里，可以更加专心研究数学、天文了。

我国历代都有研究天文的官员，并且根据研究天文的结果来制定历法。到了宋朝的时候，历法已经有很大进步，但是祖冲之认为还不够精确。他根据长期观察的结果，创制出一部新的历法，叫做"大明历"("大明"是宋孝武帝的年号)。这种历法测定的每一回归年(也就是两年冬至点之间的时间)的天数，跟现代科学测定的相差只有50秒；测定月亮环行一周的天数，与现代科学测定的相差不到一秒。可见它的精确程度了。

公元462年，祖冲之请求宋孝武帝颁布新历，孝武帝召集大臣商议。那时候，有一个皇帝宠幸的大臣戴法兴出来反对，认为祖冲之擅自改变古历，是离经叛道的行为。祖冲之当场用他研究的数据回驳了戴法兴。戴法兴依仗皇帝宠幸他，蛮横地说："历法是古人制定的，后代的人不应该改动。"祖冲之一点也不害怕。他严肃地说："你如果有事实根据，就只管拿出来辩论。不要拿空话吓唬人嘛。"宋孝武帝想帮助戴法兴，找了一些懂得历法的人跟祖冲之辩论，也一个个被祖冲之驳倒了。但是宋孝武帝还是不肯颁布新历。直到祖冲之死了十年之后，他创制的大明历才得到推行。

尽管当时社会十分动乱不安，但是祖冲之还是孜孜不倦地研究科学。他更大的成就是在数学方面。他曾经对古代数学著作《九章算术》作了注释，又编写一本《缀术》。他最杰出的贡献是求得相当精确的圆周率。经过长期的艰苦研究，他计算出圆周率在3.1415926和3.1415927之间，成为世界上最早把圆周率数值推算到七位数字以上的科学家。

祖冲之在科学发明上是个多面手。他造过一种指南车，随便车子怎样转弯，车上的铜人总是指着南方。他又造过"千里船"，在新亭江(在今南京市西南)上试航过，一天可以航行一百多里。他还利用水力转动石磨，舂米碾谷子，叫做"水碓磨"。

率。对圆周率的计算是祖冲之在科技上的最重大的贡献。他在刘徽的基础上，继续利用"割圆术"(我国古代数学家刘徽提出的计算圆周率的科学方法)进行计算，这是一个非常繁杂的计算过程，所要付出的时间和劳动是难以想象的，但是通过他的刻苦钻研，反复演算，终于得到了圆周率小数点后7位数（3.1415926与3.1415927之间）。这个数字在当时世界上是最先进的。大约在1000年以后，阿拉伯数学家阿尔·卡西在公元1427年写的《算术的钥匙》和法国数学家维叶特在公元1540年至1603年才求出更精确的数值。



《南史》书影

祖冲之还求出两个用分数表示的圆周率，使写法简便，容易记忆。这就是密率355/113、约率22/7。密率的提出也是数学史上的卓越成就，而在国外，一直到16世纪才由德国的渥脱等重新求得，比祖冲之晚了1000多年。因此，有些外国的数学史家也有把圆周率和密率称作祖率的，其目的就是为了纪念祖冲之在数学上的伟大贡献。

祖冲之和圆周率，随着时间的推移变迁，就像鱼与水一样，已经是不可分割的一个整体，圆周率的计算仍然在继续，但是，有了祖冲之的奠基，相信对圆周率的计算会更深入更精细。

017 传统地图学的奠基人裴秀



裴秀（224-271），字秀彦，魏晋期间河东闻喜（今山西省闻喜县）人。是我国西晋杰出的地图学家。被誉为我国古代地图学之鼻祖，与欧洲学者托勒密并称为世界古代地图史上东西方相辉映的两颗灿烂明星。裴秀创造性地提出了“制图六体”，并编制了《禹贡地域图》十八篇，从而奠定了他在地图史上的地位。自他以后，直到明代利玛窦的《世界地图》输入以前，这一千二三百年间的地图制作，在方法上没有跳出他的规格。裴秀一生的主要活动是在政治方面，但却是我国历史上一位杰出的地图学家。

裴秀出身于一个官宦之家。祖父裴茂，父裴潜，都官至尚书令。裴秀自幼喜欢学习，8岁就会写文章。青少年时，对政治已感兴趣，而且学识比较广博。他的叔父裴徽，当时名望很高，家中常有很多宾客来往。有些宾客在来拜见裴徽之后，还要到裴秀那里交谈，听听他的议论，那时裴秀年仅10余岁。

由于裴秀才华出众，很受人们的赞赏。渡辽将军毋丘俭（“毋”是“贯”的古字，“毋丘”是复姓）把他推荐给当时掌握着辅政大权的曹爽。曹爽遂任命裴秀为黄门侍郎，并袭父爵清阳亭侯，时年25岁。年轻的裴秀，脱颖而出，有时不免自负。一次，他得知著名的机械专家马钧设计制作一种能连续把巨石发射到远方的攻城器，竟加以哂笑，并与马钧辩难。马钧口才不及裴秀，后来就不多加辩解了。

司马懿诛曹爽，魏朝大权落入司马氏手中。裴秀因是曹爽任的官吏，被解除了职务。但不久又在朝中做官。司马懿的儿子司马昭（晋文帝）执

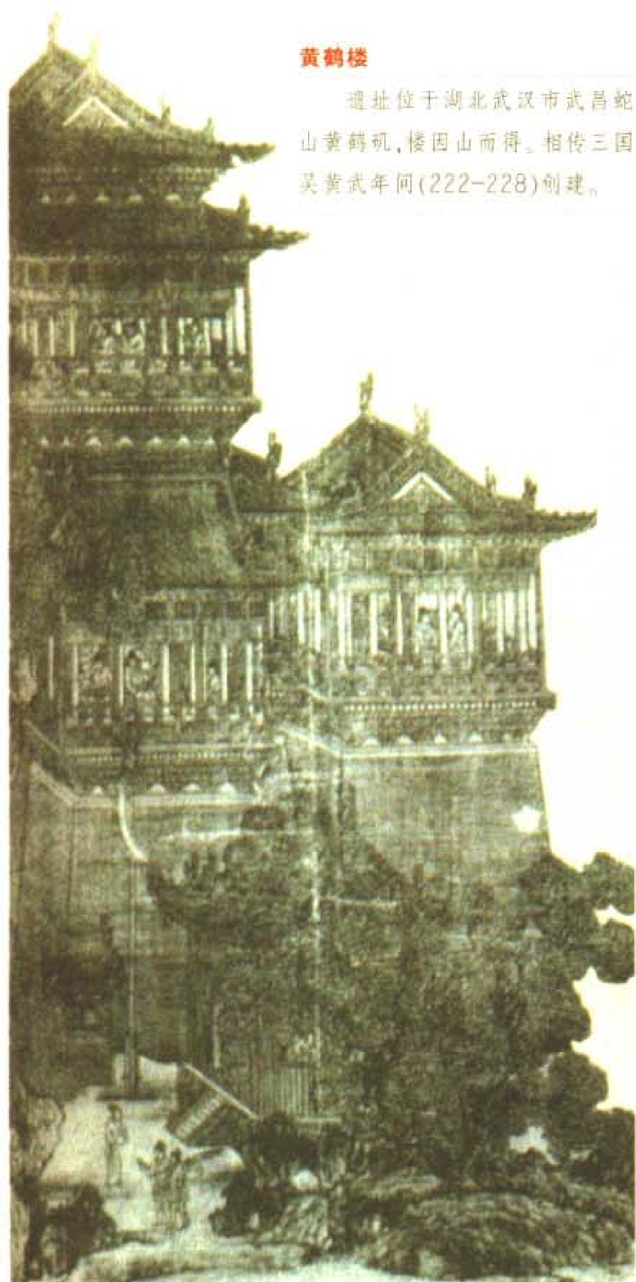


晋纸书墓主生活图

政后，裴秀得到更多发挥才能的机会。他提出的有关军事和政治方面的建议，常为司马昭所采纳，被任命为散骑常侍，在皇帝身边做顾问。

魏甘露二年（257），裴秀34岁，随司马昭征讨一个不服从司马氏统治的地方官诸葛诞。裴秀参与谋略，得胜而还，封鲁阳乡侯，赐邑千户。后来又为司马昭商定政策，改革官制等，封济川侯，赐邑千四百户。

魏咸熙二年（265），司马昭去世，司马炎废魏元帝曹奂，自立为帝，国号晋。司马炎（晋武帝）即位后，任裴秀为尚书令，加左光禄大夫，封钜鹿郡公，赐邑三千户。



黄鹤楼

遗址位于湖北武汉市武昌蛇山黄鹤矶，楼因山而得。相传三国吴黄武年间（222-228）创建。

晋泰始四年（268），以尚书令裴秀为司空，成为最高军政负责人之一，并兼任地官。地官主管全国的户籍、土地、田亩赋税和地图等事，裴秀在地图学方面取得的成就与这一职务有很大关系。可惜，3年之后，他因服寒食散又饮冷酒，不幸逝世。裴秀的一生，在政治上相当显赫。但是深为后人称赞的，是他生前的最后几年在地图学方面做出的贡献。在学术上裴秀的重要成就是主持编绘《禹贡地域图》18篇和他在为此图撰写的序中提出的“制图六体”。此外，还缩制旧天下大图为“方丈图”，或称“地形方丈图”。又著《冀州记》《〈易〉及〈乐〉论》。未完成的著作有《盟会图》和《典治官制》等。

在裴秀担任司空后，除在朝廷中负责其他政务外，还负责管理国家的地图和户籍人口。由于职务上的关系，他得以接触更多的地理和地图知识，并使他对古代地理和地图进行了仔细整理和精心研究。

我国地理学起源很早，远在三四千年前的商、周时期，国家已经设置了专门掌管全国图书志籍的官吏。大约在春秋战国时期，出现了我国历史上一部地理学名著——《禹贡》。到了魏晋期间，因为年代久远，《禹贡》中所记载的山川地名已经有很多变更。

裴秀在详细考证古今地名、山川形势和疆域沿革的基础上，以《禹贡》作基础并结合当时晋朝的“十六州”而分州绘制的大型地图集，绘制了《禹贡地域图》18篇。

图上古今地名相互对照，它不仅是当时最完备、最精详的地图，而且更重要的是它采用了科学的绘制方法。裴秀在完成这本地图集的绘制以后，把它进呈给晋武帝，被当作重要文献收藏于“秘府”。裴秀在图的前面写了序言，详细谈到了他绘制地图所运用的方法。这是一篇很有科学价

值的珍贵文献，它体现了裴秀在制图理论上的卓越见解。这篇序言后来被保存在《晋书·裴秀传》里。

据史书记载，裴秀除了绘制《禹贡地域图》以外，还曾经绘制了一幅《地形方丈图》，一直流传了几百年，对后世地图学的发展有相当大的影响。大概在他以前不久，有人绘制了一幅《天下大图》，规模非常庞大，据说“用缣八十匹”，这在当时世界上是绝无仅有的。但是这幅《天下大图》有一个缺点，就是不便携带、阅览和保存。于是裴秀运用制图六体的方法，“以一分为十里，一寸为百里”的比例尺（大约相当于一百八十万分之一）把它缩绘成《地形方丈图》，并且把名山、大川、城镇、乡村等各种地理要素清清楚楚地标示在图上。这样，阅览它就方便多了。可见裴秀已经掌握了缩放技术。

裴秀在地图学上的主要贡献，在于他第一次明确建立了中国古代地图的绘制理论。他总结我国古代地图绘制的经验，在《禹贡地域图》序中提出了著名的具有划时代意义的制图理论——“制图六体”。

所谓“制图六体”就是绘制地图时必须遵守的六项原则，即：分率（比例尺）、准望（方位）、道里（距离）、高下（地势起伏）、方邪（倾斜角度）、迂直（河流、道路的曲直），前三条讲的是比例尺、方位和路程距离，是最主要的普遍的绘图原则；后三条是因地形起伏变化而须考虑的问题。这六项原则是互相联系，互相制约的，它把

《禹贡地域图》、“制图六体”

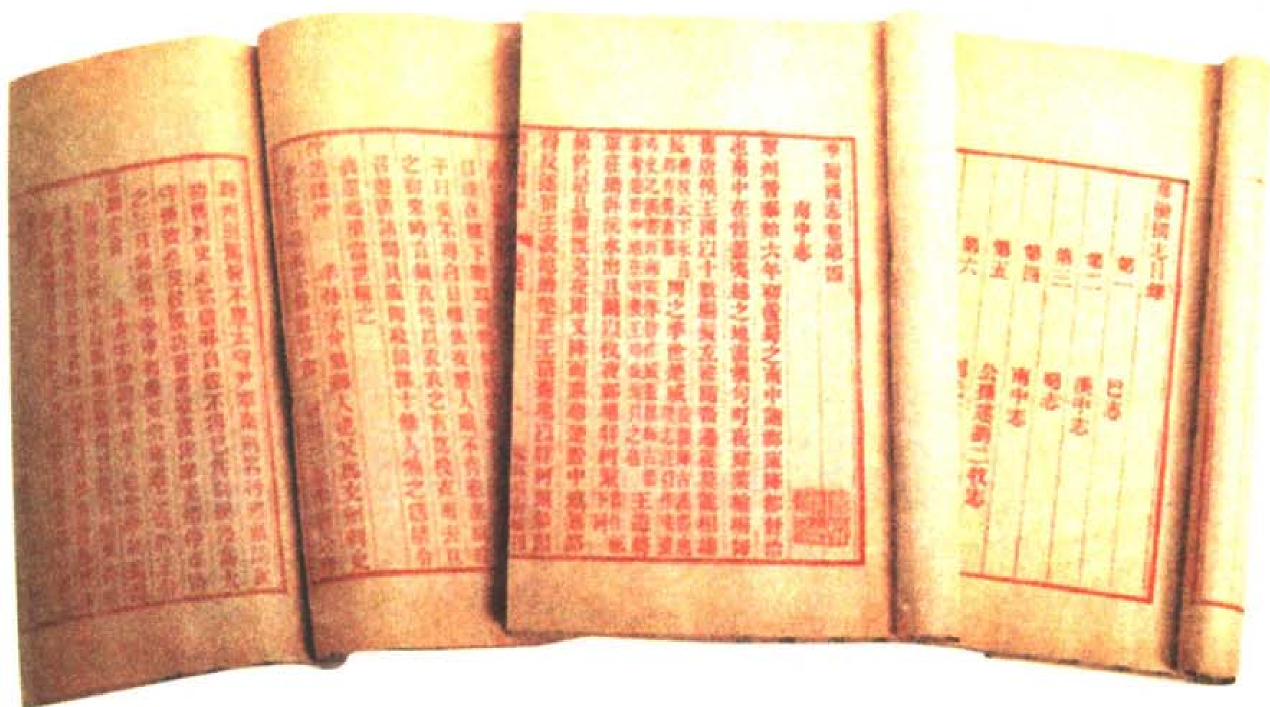
在裴秀为司空，任职地官期间，因职务关系，经常阅览地图。他感到“《禹贡》山川地名，从来久远，多有变易”，后来人们所说的“或疆牵引，渐以暗昧”（《晋书·裴秀传》）。于是收集史料，进行研究，完成了由他主编的《禹贡地域图》18篇。这是中国见于文字记载的最早的一部地图集。协助裴秀从事这项工作的主要是他的门客京相。这部地图集的编绘和完成时间是在泰始四年至七年（公元268－271年）。完成之后，既“藏于秘府”，又“传行于世”。藏于秘府的可能是原件，传行于世的大概是一些复制的抄本。

《禹贡地域图》18篇流传的时间不长，《隋书·经籍志》已不见记载。然而在隋代也许还有某些残篇留存。《隋书·宇文恺传》记载建筑学家宇文恺给隋炀帝上的《明堂议表》中说，他绘《明堂图》曾“访通议于残亡，购《冬官》于散逸，总集众论，勒成一家”，又说“裴秀《舆地》以二寸为千里，臣之此图，用一分为尺”。从宇文恺的这些话来分析，有可能他访到了《禹贡地域图》的残篇。因为他所说裴秀的这幅地图，不是指方丈图而言，因方丈图的比例尺据《北堂书钞》卷96记载是“以一分为十里，一寸为百里”。既然不是方丈图，就可能是《禹贡地域图》了。再从“裴秀《禹贡地域图》以二寸为千里”，其比例尺约为1:9000000来看，此地图是指地图集，即《禹贡地域图》18篇而言，也比较合适。

即使隋代还有《禹贡地域图》的残篇，后来也失传了。幸而，《晋书·裴秀传》《艺文类聚》和《初学记》等都保存了裴秀为《禹贡地域图》18篇写的序。对于这18篇《禹贡地域图》的内容，据今人研究，意见尚不一致。主要有两种意见，一种认为是以历代区域沿革图为主的历史地图集，共18幅图；一种认为不是历代的，而仅是晋朝当代的地图集，18幅为晋初16个州的行政区图，加上吴、蜀地图各一幅。

裴秀在地图学上的主要贡献，在于他第一次明确建立了中国古代地图的绘制理论。他总结我国古代地图绘制的经验，在《禹贡地域图》序中提出了著名的具有划时代意义的制图理论——“制图六体”。所谓“制图六体”就是绘制地图时必须遵守的六项原则，即：分率（比例尺）、准望（方位）、道里（距离）、高下（地势起伏）、方邪（倾斜角度）、迂直（河流、道路的曲直），前三条讲的是比例尺、方位和路程距离，是最主要的普遍的绘图原则；后三条是因地形起伏变化而须考虑的问题。这六项原则是互相联系，互相制约的，它把制图学中的主要问题都接触到了。

裴秀的制图六体对后世制图工作的影响是十分深远的。它系统总结了前人丰富的绘图经验，为后世的地图绘制工作提供了一套完整的规范，是世界上最早的地图纲要。直到明末意大利传教士利玛窦所绘有经纬线的世界地图在中国传播以前，我国在地图绘制上，虽然在内容上不充实、完备，但是在方法上基本是遵循制图六体的。



《华阳国志》

西晋常璩撰。12卷，附录1卷，包括巴、汉中、蜀、南中等12志。记载远古到东晋穆帝永和三年(347)间巴蜀史事，所述甚详，是研究中国西南少数民族历史文化的重要资料。

制图学中的主要问题都提到了。

这是他对中国地图学作出的巨大贡献，是中国古代惟一的系统制图理论。总结了前人丰富的绘图经验，为后世的地图绘制工作提供了一套完整的规范，是世界上最早的地图纲要。直至今天地图绘制考虑的主要问题除经纬线和投影外，裴秀几乎都扼要地提到了。

裴秀提出的这些制图原则，是绘制平面地图的基本科学理论，为编制地图奠定了科学的基础，它一直影响着清代以前中国传统的制图学，在中国地图学的发展史上具有划时代的意义，在世界地图学史上占有重要地位。



西晋庄园生活壁画

018 道教思想家
陶弘景与炼丹化学



陶弘景（456-536），字通明，晚年被称为华阳隐居，谥号贞白。南朝齐梁间丹阳秣陵人（现在的江苏南京人）。著名的道教思想家和药物学家。祖父陶隆，父亲陶贞都做过下级官吏。他生平好学、酷爱著述、学问渊博、涉猎颇广，在文学、宗教、医药、经学、天文学、天文历数等方面，都有很高的造诣，对后世产生过重大的影响。陶弘景隐居后写了《本草经集注》《真诰》《真灵位业图》《陶氏效验方》《补阙肘後百一方》《陶隐居本草》《药总诀》等书。综观他的学术成就，不难看出，陶弘景是受南方文化熏陶的学者。



陶弘景画像

陶弘景“为人员（圆）通谦谨，出外冥会，心如明镜，遇物便了。言无烦舛，有亦随觉。”这是一种虚怀若谷，思维敏捷，接受极快的天赋。幼年的弘景更是刻苦好学，博闻强识。他十岁读葛洪《神仙传》，立志养生。而且他的苦读精神十分感人，史书评价他“读书万余卷，一事不知以为耻”。陶弘景有如此高的天赋，再加上苦读的态度，这就是他后来成为大学者的重要条件。少年时的弘景就已经精通书法，并且熟读医书；青年时更被当时的宰相肖道成，即后来的齐高帝，唤入宫中，并担任诸王侍读。37岁时，他辞掉官职，回到江苏的茅山隐居，专门致力于炼丹和写文章。梁武帝早年就与陶弘景认识，称帝之后，想让他出山为官，辅佐朝政。陶弘景于是画了一张画，两头牛，一个自在地吃草，一个带着金笼头，被



炼丹器物

齊梁詔誥

齊武帝答陶隱居入山詔

卿遣累卻粒尚想清虛山中閒靜得性所樂當善遂嘉志也若有所須便可以聞仍賜帛十疋燭二十挺

又別勅

朕月給上茯苓五斤白蜜二斗以供服餌

隱居解官表

臣聞堯風沖天潁陽振飲河之談漢德括地商陰峻養芝之氣臣棲遲早日簪帶久年仕豈留榮學非待祿恒思懸纓象闕孤耕盤下席月瀾門橫琴雲際始奉中歷得遂丘壑今便滅影桂庭神交松友一出東闕故鄉就望聽言與念臨波濡淚臣舟棹已遣無緣躬詣不任攀戀之誠謹奉表以聞

齐武帝答陶隐居入山诏书影

拿着鞭子的人牵着鼻子。梁武帝一见，便知其意，虽然不做官，但是梁武帝和陶弘景还是书信不断。特别是一些关乎国家的大事，梁武帝都会先问问陶真人的意见。于是就有人称陶真人是“山中宰相”。



煎药壶

但是陶弘景在晚年的时候为什么致力于炼丹事业呢？根据史书上记载，当时的梁武帝肖衍也是一个和汉武帝一样追求长生不老，于是就让当时的道教大家陶弘景替他炼丹。一方面是为了实现“长生不老”的梦想，另一方面也是让百姓大臣们了解，陶真人并不是自己的导师，而是皇帝自己的臣仆。陶弘景最初用不学李少君（李少君是汉武帝时期用仙方取得帝王封赏的方士）为借口，没有答应为梁武帝炼丹。但是梁武帝一再用“梦旨”来说服他。无奈他只能答应，而且陶弘景很早前就有打算过隐居的生活，远离官场是非恩怨，所以陶弘景就顺水推舟使用这个机会让自己隐居山林。陶弘景是个认真的人，不做则已，既然要做，就要认真地做这件事。于是他就移居到茅山积金岭专心于炼丹事业，在岭西设立华阳上馆和华阳下馆，华阳上馆用来学习和写文章用的，

下馆则用来炼丹。

陶弘景在50至70岁期间，总共经历了七次炼丹，虽然认真严谨，但是他对炼丹这件事始终持怀疑的态度。因此，陶弘景注意了将炼丹中的一些成就如水银、芒硝、雄黄、食盐等的疗病方，早期化学制药的方法、技术等等都写入了他的医学名著《补阙肘时后百一方》中。这本书体现了陶氏炼丹的一个显著特点，即他不是执意追求“成仙”的“神丹”，而是自觉或不自觉地通过炼丹的初步合流，促进了原始化学制药的发展。

炼丹用井



陶弘景经历了20年左右的炼丹生涯，除了对化学制药有很大的贡献之外，还对我国古代化学做出了巨大的贡献。其中主要是有这么两个方面：一、在对于水银（汞）机器合金（汞齐）方面，他指出了人工制造的粗水银与天然的纯水银的区别。陶弘景说过：“今水银有生熟。此云生符陵平者，是出朱砂腹中；亦有别出沙地者；青白色，最胜。出于丹砂者是今烧粗末朱砂所得，色小白浊，不几者。”陶弘景更明确地提出，水银能够与金、银两种金属形成合金，可以镀金镀银。二、在铅化合物方面，陶弘景明确地指出，粉锡“即今化铅所作胡粉”，铅丹“即金熬铝所作黄丹也”，都是人工制造出来的。而陶弘景最大的发现，就是知道关于硝石的鉴别。古人对于硝酸钾与硫酸



《正骨图》 敦煌壁画



陶弘景像

钠往往分辨不清，笼统称之为“硝石”、“朴硝”、“芒硝”等。陶弘景则找到了区分的办法，他说用火来燃烧这两种物质，呈现出紫青色火焰是钾盐的特征，而钠盐燃烧的火焰是黄色的。陶弘景检验硝石的方法和发现，使我国成为世界上最早提取、鉴别、利用硝石的国家，为之后火药的发明，创造了条件。

陶弘景不仅在化学领域成就很高，他还在金属加工与机械技术方面为我国做出了贡献。在金属方面，他是记载灌钢冶炼方法的第一人。他对刀剑有特殊爱好，著有《古今刀剑录》，记述自夏商至梁武帝时的著名宝剑的名称、尺寸、铭文等。他说：“钢铁是杂炼生柔作刀镰者。”“生”是生铁，“柔”是熟铁，以生铁灌入熟铁“杂炼”的方法，就是灌钢法。在机械技术方面，陶弘景“又欲因流水作自然漏刻，使十二时轮循环，不须守规，而患山涧水易生苔垢，参差不定，是故未立”，这是要向古代计时器装置这个高难度的机械技术问题挑战。虽然这个水轮时钟的计划没有成功，但是他的创作精神值得我们学习。

陶弘景还是道教上清派茅山宗的开创人物。他除了在上述提到的各个方面都成就非凡，而且在药物养生方面，主要是他对前人养生经验与思想的汇集、选择和概括，“为道教最终形成修性与修命并重（养神炼形，形神兼并）、动静结合、众术合修的医学养生模式打下了理论基石。”

《本草经集注》

《本草经集注》(约480－498)是南北朝梁代陶弘景所编著。因为陶弘景对经过长期传抄已经发生了许多错误和混乱的《神农本草经》进行整理，并加以注释。他总结了前代的医药学成就，使全书药物增加了一倍。全书共7卷，载药730种，分玉石、草木、虫兽、果、菜、米食、有名未用7类，这是药物分类的一个进步，但是每类之中仍分三品。又创“诸病通用药”，如治风通用药：防风、防己、秦艽等，治黄胆通用药：茵陈、栀子、紫草等。对药性、采集、鉴别等都有新发展。《本草经集注》还统一、分细、秤量药物的斤两标准，对后世医药也有深远影响。



炼丹炉

019 农学百科全书《齐民要术》



《齐民要术》是南北朝时期最重要的农学著作。

贾思勰（534-550）。书名中的“齐民”，指平民百姓。“要术”指谋生方法。系统地总结了在此以前中国北方的农业科学技术，对中国古代农学的发展产生过重大影响。这本书大约写成于533年至544年间，北宋天禧四年（1020）初刻。现在只存有5、6两卷，存放在京都博物馆中。国内通行的四部丛刊本为影印明抄本。

《齐民要术》全书共10卷，92篇，还有自序和杂说各一篇，约11至12万字。全书所引用的古籍将近200种之多，其中的《四民月令》等历史价值很好的农书现已经散失。《齐民要术》内容丰富、种类繁多，包括农林牧副渔各行业，其中以种植业为主，而且包含了汉族以外许多民族的科技文化知识和成果。《齐民要术》是黄河下游地区各民族生产斗争经验的总结，它所涉及的作物栽培、耕作技术、农具、畜牧兽医、食物加工等各项为后代农书所遵守。元代农司编著的《农桑辑要》、王祯的《农书》、徐光启的《农政全书》、清代的《授时通考》，都沿用了《齐民要术》的体例和取材，它不仅创造了前无古人的农学成就，而且为后代农学奠定了基础。因此《齐民要术》对我国农业发展的贡献是其他农书不可逾越的。它的成



南北朝彩色画像砖

陶立俑

北朝。此俑从穿着看属北方少数民族的服装。另一面此俑又表现出了女性特征。这也是鲜卑族汉化后的特点，男俑女性化的风格，一直延续到唐初。



南朝·陶牛车



就可以总结为以下几个方面：

在通过掌握农作物的基本规律夺取丰收方面，提出了“顺天时，量地利，用力少而成功多；任情返倒，劳而无获”的指导思想。这种要求按气候和土壤变化规律来培植作物的思想，是战国时“戡天”思想在农业上的具体体现。《齐民要术》批判了《氾胜之书》提倡的忌日说法：“小都忌卯，稻麻忌辰……种之不避其忌，则多伤败，非虚语也。”书中还在指出，“阴阳之家，拘而多忌，只可知其梗概，不可委曲从之。”“谚曰：以时及泽，为上策也。”以作物的播种期定出上时、中时、下时，粟的播种以二月上旬为上时，三月上旬为中时，四月下旬为下时。在强调顺应天时、地利的同时，本书也强调了人力的作用，创造农作物的最佳生活环境，“耕锄不以水旱息功，必获丰年之收”，全书都贯穿了合理利用人力、物力、地利，搞好经营管理的思想。

在对土壤耕作方面，记述了一套比较成熟的耕耙耱的耕作经验，这套经验在北方的防旱保墒

贾思勰《南方草木状》

贾思勰在编写谷类作物栽培技术时，发现《氾胜之书》有条黍子（粘谷子）的播种密度应比禾（谷子）稀些的记载，为验证这是否科学，第二年春天，贾思勰在同一块地里用相同的方法播种两条黍子，一条密度和“禾”一样，一条密度比“禾”稀。到了秋天，贾思勰经过仔细比较，密植的黍子收成明显超过了稀植的黍子，而且黍子完全可以和谷子一样密植。贾思勰靠着这种一丝不苟的精神编著《齐民要术》，结果不仅在内容范围上超过《氾胜之书》，科学性也达到了新高度。

《南方草木状》被大多数人认为是嵇含所作，但已无考证。全书共三卷，上卷记草类29种，中卷记木类28种，下卷记果类17种、竹类6种，记80种植物。书中关于蚂蚁防治柑橘害虫的记载很有价值。它是世界最早以生物防治害虫的记载，也是世界上最早的植物学文献之一，它开创了我国专题植物志之先河。

中有十分重要的作用。他把耕田放在首位，按时间不同分为“春耕、夏耕、秋耕、冬耕”，按先后顺序又分为“初耕、转耕”，按深浅分为“深耕、浅耕”，按方向分为“纵耕、横耕”。他根据北方冬休春种的特点，总结出“秋耕欲深，春夏耕欲浅”，这是有科学根据的，北方的深耕把生土翻到上面，经一冬风化而变熟，是熟土层加厚而增加地力；春耕深了，生土被翻出来对作物生长不利。同时出耕后耙平、耱细的作用，这对保墒有明显的功效，并贯彻中耕后多锄、深锄来配合，草要锄小、锄早、锄尽。

在选种和播种也有新成就，作物选优汰劣，品种增多。如3世纪《广志》记粟种有11个品种，《齐民要术》增加为86个。良种有特色，成熟有早晚，产量有高低，味道有香涩，习性有耐水、耐旱、抗病、抗风，要因时因地选用不同种子。选种主张纯净，反对混杂。提倡选“好穗纯色”，留下的种子还要经过水浮、溲肥、日晒等处理。该书最早地记载了我国水稻催芽技术。

书中对保持地力也有一套技术措施，通过施肥、合理换茬、轮作、复种等技术保持地力。如把前茬作物分为上、中、下三类，说：“凡美田之法，绿豆为上，小豆、胡麻次之”，谷用瓜茬，可利用瓜地的余肥，深根作物与浅耕作物轮种，可以充分利用地力。轮作方法虽然产生很早，但进行科学的总结，却是从《齐民要术》开始。

书中也反映了当时的生物学知识，已经使用“插”——即无性繁殖的嫁接法，如用棠树（杜梨）做砧木，用梨的树苗做接穗，梨果大而细密。强调嫁接要选向阳枝条，嫁接时木质部和木质部，韧皮部和韧皮部要结合密切。在农产品加工中，利用微生物发酵来加工豆类、酿酒和制奶酪，《齐民要术》总结了这一技术，已能熟练地掌握这些技术。

书中还记叙了北方游牧民族的畜牧经验，根据动物形态鉴别品种的优劣，提出依据动物生长特性，适其天性，进行管理。其讲述的畜牧生产的专门的一卷，在中国古代综合性农书中却是空前的，也几乎是绝后的。书中还收集了兽医药方48种，包括外科、传染病、寄生虫病等，这是我国最早的兽医药学记载。

《齐民要术》所载中国传统科技的辉煌成果是各族人民共同创造。《齐民要术》不愧为我国传统农学的经典。



牛车画像砖

牛车在魏晋南北朝时期已相当普及。图为1957年河南邓县出土的南朝牛车画像砖。

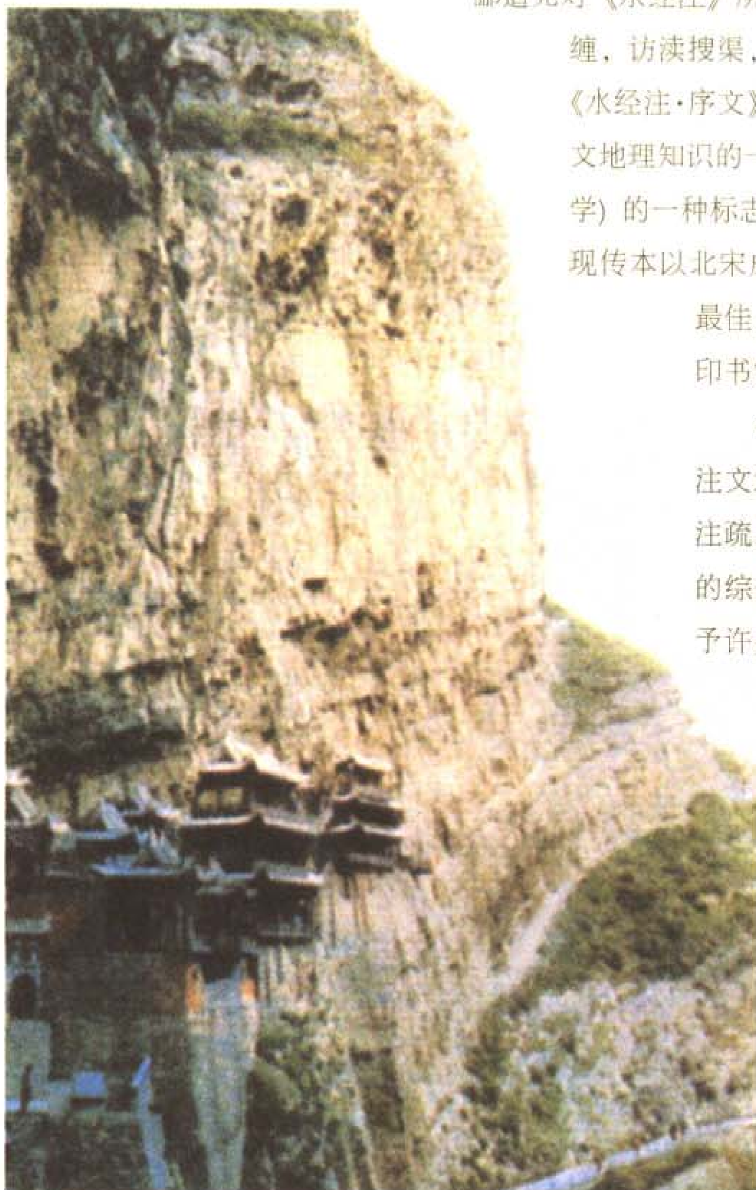
020 地理学

集大成之作《水经注》



中国古代地理名著——《水经注》，作者是北魏（386–534）的郦道元，是三国初期的《水经》注释。《水经》是我国第一部描述水系分布的专著。桑钦在《水经》中改变了前人按政区为纲目记述河流的方法，而以大河流为纲进行描述。它记述的黄河、长江等137条河流，不仅说明了这些河流的发源地、流向和归宿，而且详细地说明了流经地区，支流分布等。而《水经注》是在《水经》的基础上进行了新的创作。因此，《水经注》则是以注《水经》而得名。

悬空寺 悬空寺位于北岳恒山下。



郦道元对《水经注》所记各水系“脉其支流之吐纳，诊其沿路之所缠，访渎搜渠，辑而缀之，经有谬误者，考以附正。”（见《水经注·序文》）《水经注》全书共40卷，是当时对陆地水文地理知识的一次大综合，也是地理学出现分科（水文地理学）的一种标志。它把《水经》的137条河流，增为1252条。现传本以北宋成都府学宫本为最早，明代以永乐大典本为最佳，清代全祖望有《七校水经注》，1958年商务印书馆有铅印本。

《水经注》引书430多种，还转录了碑刻材料，注文20倍于原书，全书达30万字。它不是一般的注疏之作，而是一种再创作。对水系进行了系统的综合性记述，赋予地理描写以时间深度，又给予许多历史事件以具体空间的真实感。书中详细记录了河流两岸的地形、物产、地理沿革、渠堰灌溉、城市位置、水汛泥沙等，所记方向清楚，又有数量观念。

郦道元为什么要为《水经》作注呢？在他自己序文中就写道：首先，古代的地理书籍，如《山海经》过于杂乱，《禹贡》、《周礼·职方》只有记载了地理情况的一些表象而并没有深入系统地描述，《汉书·地理志》记述又不详细，《水经》一书虽然系统地记述河流，但是除了水道



南岳衡山 位于湖南省中部的湘江河畔。

以外地理情况都很少提到。郦道元在游历大好河山时的所见所闻十分丰富，为了把这些丰富的地理知识传给后人，所以他选定《水经》这本书为纲领来描述全国地理情况。就如王先谦所说，郦道元注释《水经》的目的在于“因水以证地，即地以存古”（《王先谦合校本序》）。其次，他认识到地理现象是经常变化的，上古情况已很渺茫，其后部族迁徙、城市兴衰、河道变迁、名称交互更替等等都十分复杂，所以他决定以水道为纲，进而描述经常变化中的地理情况。而更重要的是，他当时身处政局分裂时代，向往国家统一，着眼于《禹贡》所描写过历史上曾经出现过的版图广大的祖国，他利用属于全国的自然因素河流水系作纲，可以把当时人为的政治疆界的限制打破了，从而充分体现想要祖国统一的愿望。

《水经注》所包容的地理内容十分广泛，包括自然地理、人文地理、山川胜景、历史沿革、风俗习惯、人物掌故、神话故事等等。在自然地理方面，它记载了1000余条大小河流，从河流的发源地到入海，也包括了河流的干流、支流、河谷宽度、河床深度、水量和水位季节变化，含沙量、冰期以及沿河所经过的伏流、瀑布、急流、湖泊等等都广泛搜罗，详细记载。它所记各种地貌，有高地、低地、喀斯特地貌等，在植物地理方面记载的植物品种多达140余种，动物地理方面



坐听松风图

郦道元

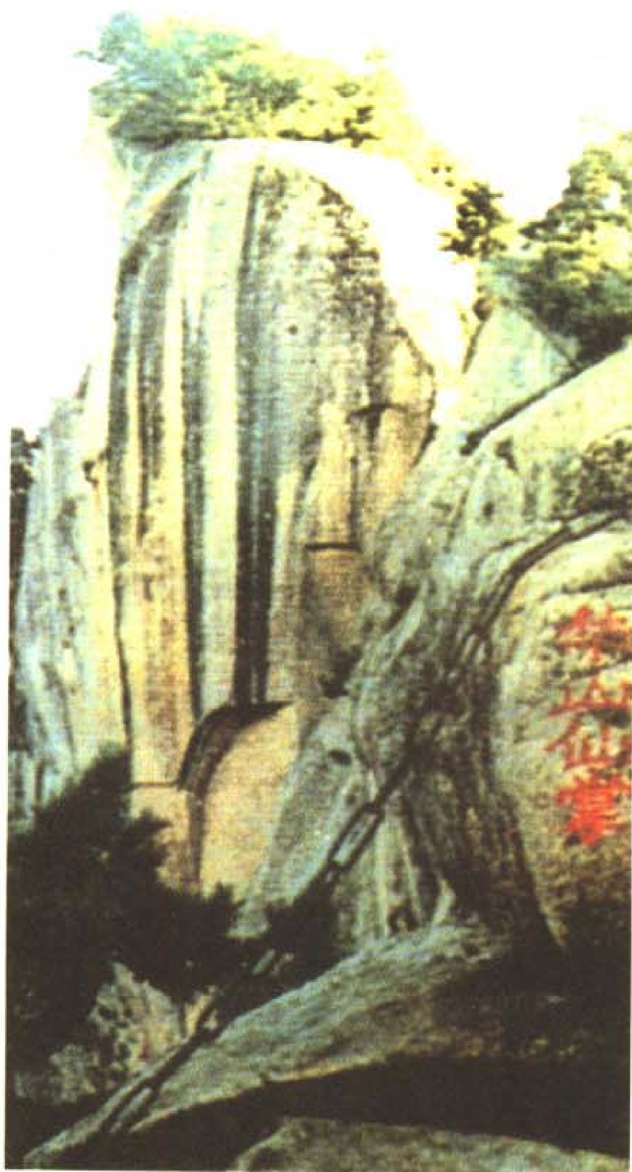
郦道元为人严谨，办事果断，对各种违法乱纪的事总是要严格惩处，哪怕是贵族也毫不留情。他在任御史中尉(主管纠察弹劾的官员)时，有个名叫丘念的人犯了死罪，他是汝南王的亲信，藏在王府中，郦道元设计把他诱出王府捕获。汝南王去求太后说情，郦道元顶住太后的压力，最终还是处死了丘念。皇室的人对他恨得咬牙切齿，于是他们派他出任关右大使(朝廷派往关中的特使)，去监视将要反叛的北魏将领萧宝夤，想借刀杀人。而郦道元也果然死在了那里。

记载的动物种类超过100种，各种自然灾害有水灾、旱灾、风灾、蝗灾、地震等。在人文地理方面，所记的一些政区建置往往可以补充正史地理志的不足。它不仅记载了以前的古都，同时还记载了中国大大小小的城市。而且在这些城市中包括国外一些城市，如现在印度的波罗奈城，都有详细记载。

该书除了丰富的地理内容外，还有许多学科方面的材料。诸如书中所记中外古塔、宫殿、各种陵墓、寺院以及不少园林等。可见该书对历史学、考古学、地名学、水利史学以至民族学、宗教学、艺术等方面都有一定参考价值。以上这些内容不仅在数量上惊人，更重要的是作者采用了文学艺术手法进行了绘声绘色的描述，所以它还是我国古典文学名著，在文学史上居有一定地位。它"写水着眼于动态"，"写山则致力于静态"，它"是魏晋南北朝时期山水散文的集锦，神话传说的荟萃，名胜古迹的导游图，风土民情的采访录"。《水经注》在语言运用上也是出类拔萃的。

五岳

中国五大名山的总称，即东岳泰山、南岳衡山、西岳华山、北岳恒山、中岳嵩山。传说群神所居，历代帝王多往祭祀。魏晋南北朝时期，五岳诸山成了修建佛、道观的场所，每"岳"都尊奉一位岳神作为掌管该山的最高神祇。佛教和道教都盛极一时。唐中宗封西岳为金天王，其后唐玄宗、宋真宗封五岳为王、帝。明太宗尊五岳为神。《尔雅·释山》有两种五岳说，后世对它有不同解释。今人考证，五岳制度始于汉武帝，旧传尧舜时即已有之，乃汉代经学家的附会。汉宣帝确定以今河南的嵩山为中岳，山东的泰山为东岳，安徽的天柱山为南岳，陕西的华山为西岳，河北的恒山（在曲阳西北）为北岳。其中又改今湖南的衡山为南岳，隋以后遂定制。明代始以今山西浑源的恒山为北岳，清代移礼北岳于此。



华山 位于陕西省华阴县境内。

《水经注》对于中国地理学的发展做出了重要贡献，在中国和世界地理学史上都有重要地位，是我国第一部以记载河道水系为主的综合性地理著作，在我国长期历史发展进程中有过深远影响。《水经注》中对山川景物的描写，还被作为文学作品受到后人高度评价。当然书中也有个别失实之处和少量封建糟粕，但是瑕不掩瑜。我们可以根据《水经注》复原1400多年前的地理情况，对现在的经济建设还有参考价值。它所描述的水域，南到扶南（今越南、柬埔寨），北至流沙（今蒙古沙漠），西起安息（今伊朗）西海（咸海），东北达朝鲜的坝水（今大同江），西南至印度新兴河（今印度河）。不仅写了中国，也涉及邻国的情况。

021 中医制药专书《雷公炮炙论》



中国中药资源开发利用历史悠久，从神农尝百草到东汉《神农本草经》问世，从明代《本草纲目》到现代《中华本草》的编纂，浩瀚的本草文献深刻反映了中国医药发展和劳动人民开发利用中药资源的丰富经验。伴随中药资源的丰富和中国医学的发展，对药物的加工，即炮制之法也逐步在医学上确立。

炮炙，又称炮制。是指中药材按照其不同的药性和医疗要求所进行的多种加工方法的总称，也就是药物在应用前或制成各种剂型之前的加工过程。由于中药大都是生药，有的因具有毒性或烈性而不能直接服用；有的因易于变质而不便久存，有的需除去非药用部分或恶劣气味才能入药；还有的须经过特定方法的处理才能符合临床治疗的需要。因此，中药在应用前或制剂前，都须按照不同的药性和治疗要求，进行不同的整理加工或专门的技术处理，才能充分发挥药物效能，保证用药安全和符合医疗的需要。

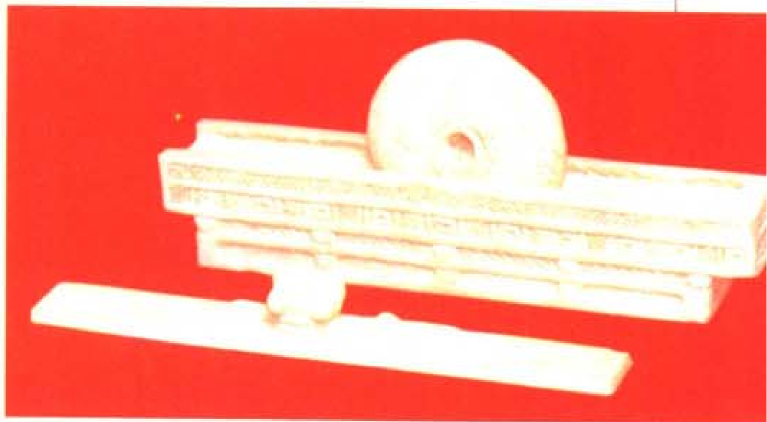
汉代所说的“角发”“燔治”即是最早的炭药——血余炭。“口父咀”即是当时的切制饮片。到刘宋时代，雷敩撰成《雷公炮炙论》，是我国第一部炮制专著。明代李时珍的《本草纲目》载药1892种，其中有330味中药记有“修治”专项。明代缪希雍撰的《炮炙大法》是我国第二部炮制专

药臼(附件)

晋。1989年在陕西澄城善化采集。铁质。臼高23.5cm，口径10cm，腹围45cm。鼓腹，蹼足，腹有三道环文。杵长30cm，直径3cm。



药碾



著，并将前人的炮制方法归纳为：雷公炮炙十七法。清代张仲岩著《修事指南》为我国第三部炮制专著，其中多源于《证类本草》和《本草纲目》，张氏认为炮制在中医药学中非常重要，他说："炮制不明，药性不确，则汤方无准而病症无验也。"

中国第一部制药专书——《雷公炮炙论》

中药必须经过炮制之后才能入药，这是中医用药的特点之一。中药炮制是根据中医药理论，依照辨证施治用药的需要和药物自身性质，以及调剂、制剂的不同要求，所采取的一项制药技术。

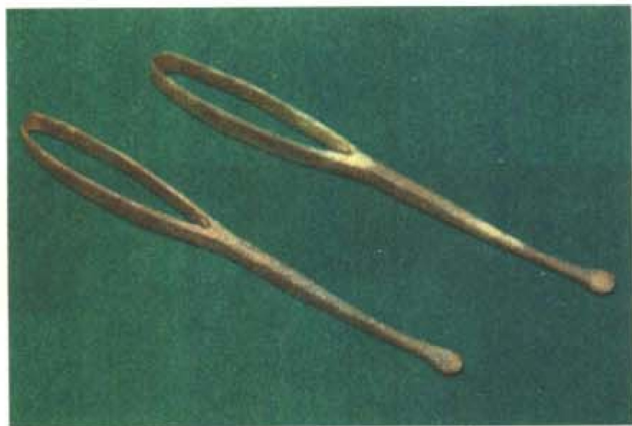
《雷公炮炙论》，分三卷，论述了182种药物的炮制方法。全书已佚，只有少数内容传流至今。该书确立了中药加工的操作规范，如蒸，用气加工；煮，用沸水加工；炒，加温拌和；焙，微温干燥；炮:高温生烟加工；浸，以水浸泡；浓缩，生药汁熬膏等等，有十七种加工方法，至今沿用。

这些方法多具科学性，如蒸、煮、炮三法破坏了药物的酵素，使药能较长久地保存。不许用铁器处理知母、茜草、商陆，防止了所含单宁、黄碱素成分的变色反应。用醋处理药物，使生物碱变成醋酸盐，增加了在水中的溶解度。这些方法也沿用至今。

设法减弱中药的毒性，"凡使当归，须去头芦，以酒浸一宿入药"，"乌头宜文武火炮，令皱折劈开用"等等，既减毒性，又增疗效，还利于保存。后世的中药炮制方法就是在此书的基础上逐步发展而成。


唾壶　晋。瓷质。高 20cm，腹径 15cm。

《雷公炮炙论》成书于南北朝时期，全面总结了南北朝刘宋时期以前的中药炮制技术和经验，是中国历史上对中药炮制技术的第一次大总结，


两用镊子

汉。铜质。长 13cm。一端为镊，另一端为药勺。镊子至今仍富有弹性。

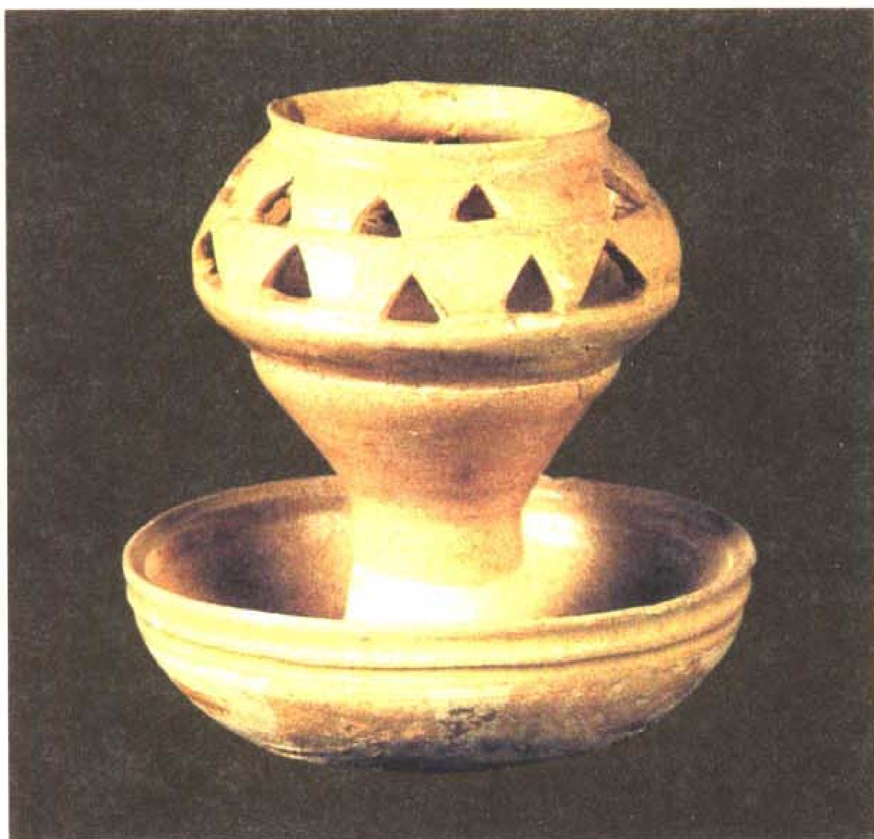

研钵

汉。陶质。高 8.5cm，口径 21cm，底径 11cm。厚重，胎体坚硬。可用于研磨药物。

是一部制药专著。初部奠定了炮制学基础，使中药炮制成为一门学科。

药物炮制的发展

陶弘景所著《本草经集注》中对药物提出“细切”的要求，并指出炮制能影响疗效，如：“……旧方皆云㕮咀者，谓秤毕捣之如大豆，又使吹去细末，此于事殊不允。药有易碎难碎，多末少末，秤两则不复均，今皆细切之，较略令如㕮咀者，差得无末而粒片调于药力同出，无生熟也。”“凡汤就膏中，用诸石皆洗捣之……”等。该书记述的净选、切制、干燥、炮炙等方法众多，且均举例说明，如黄连去须毛，石韦刮去毛，羚羊角镑刮作屑用，阿胶炙使通体沸起内容很丰富。



青瓷香熏

东晋。南京光华门外赵土岗M10出土。通高13.2cm，香笼口7.5c，腹深5.4cm，盘口径13.8cm，底径9.5cm。

唐代《新修本草》在炮制方面收载了很多炮制方法，除有煨、煅、燔、炒、煮、蒸等外，还有作糵、作曲、作豉、作大豆黄卷、芒硝提净等。如芒硝提净云：“以朴硝作芒硝者，但以暖汤淋朴硝取汁，清澄煮之减半，出着木盆中，经宿即成，状如白石英。”该书对玉石、玉屑、丹砂、云母、石钟乳、矾石、硝石等矿物药的炮制方法均有记载。辅料用酒明确指出“唯米酒入药”，炮制内容比前一时期丰富。

巴豆炮制——制霜法

药物经过去油制成松散粉末，或析出细小结晶或升华、煎熬成粉渣的方法称制霜法。巴豆炮制：巴豆有生巴豆和巴豆霜。巴豆有大毒，生用仅外用蚀疮，去油制霜后，能降低毒性，缓和其泻下作用，巴豆霜制法：取净巴豆仁，碾如泥状，里层用纸，外层用布包严，蒸热，用压榨器榨去油，如此反复数次，至药物松散成粉，不再粘结成饼为度。本品含脂肪油量应为18%-20%。

巴豆中含有巴豆毒素，属一种毒性蛋白质，对人体红细胞有溶解作用，致局部坏死。加热的目的有两个，一是易出油，二可使毒性蛋白质变性失去毒性。巴豆油既有毒性又有泻下作用，经压榨除去过量的脂肪油，使其达到安全有效的含量范围。

炮制技术的形成——宋朝

宋代炮制方法有很大改进，炮制目的也多样化了，开始从减少副作用而进入增加和改变疗效，从汤剂饮片的炮制而同时重视制备成药饮片炮制的崭新阶段。《证类本草》，为唐慎微所编撰，该书广泛辑录了宋以前的有关药学方面的文献，部分保存了现今已失传的医药书籍的内容，如《雷公炮制论》等。在《本草纲目》刊行前，一直作为研究本草学的范本。每种药物之后附有炮制方法，为后世制药业提供了药物炮制资料，后世某



汉代药材 1982年陕西韩城东汉墓出土，图为切碎的薄荷。

些炮制专书，便是辑录本书的炮制部分而写成的。宋代大观年间，陈师文等编撰《太平惠民和剂局方》，强调“凡有修合，依法炮制……”。并特设“论炮炙三品药石类例”，专章讨论炮制技术，收录了185种中药的炮制方法和要求，逐渐注意到药物经炮制后性味功效的改变，如蒲黄“破血消肿即生使，补血、止血即炒用”，成为国家法定制药技术标准的重要组成部分，对保证药品质量起了很大的作用。由于该书筛选了当时通用的方剂及炮制方法，实践性强，现代应用的许多方法、特别是配制成药的方法，很多都与该书所列的方法相似。

总之，在宋以前，炮制的原则、方法，适用品种已初具规模，是炮制技术的形成时期。



诊病施药图

022 “天下名巧”马钧及机械制造



马钧，是三国时代的一位纺织机械革新家、发明家。字德衡，曹魏扶风（今陕西兴平）人。从小口吃，不善言谈。出身贫苦，少年时没有太多的机会读书，常要为生活奔波，因此有更多的机会接触劳动人民。他注意实践，特别是生产工具的构造，而且勤于动手，对一些机械原理，进行刻苦钻研，努力创造革新，取得了不少成就，在魏明帝（226–239）时，被誉为“天下之名巧”。



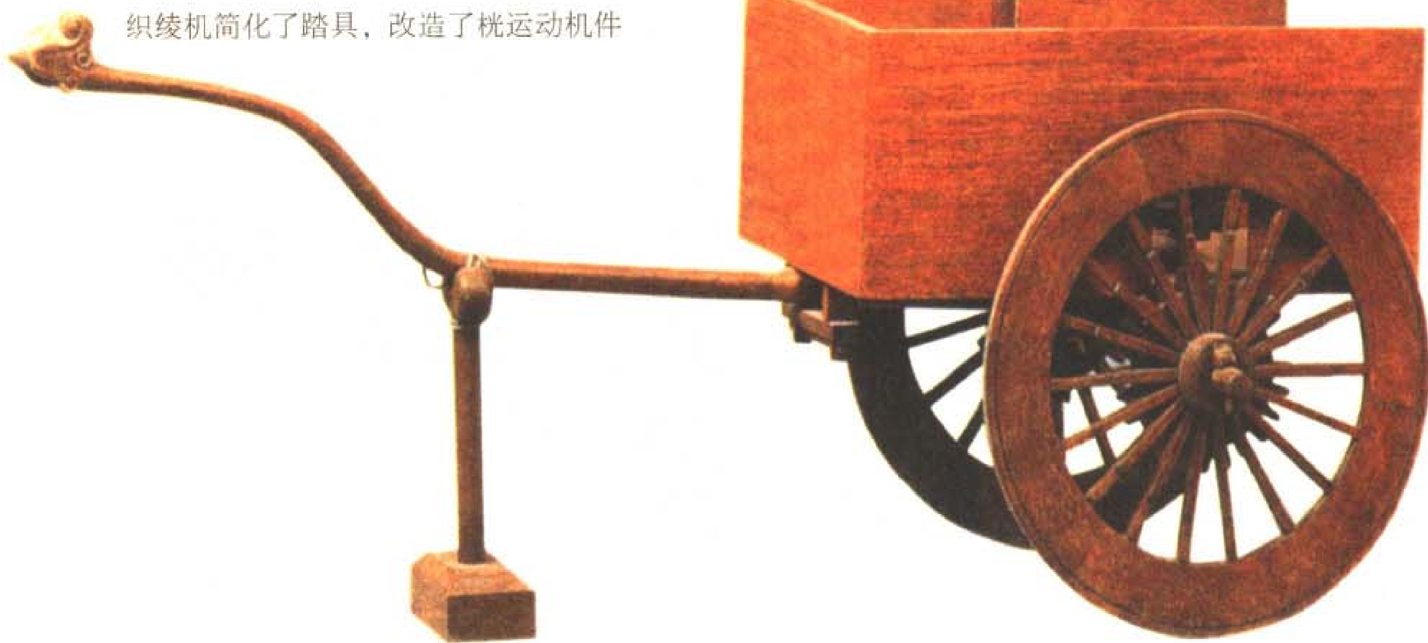
魏指南车模型

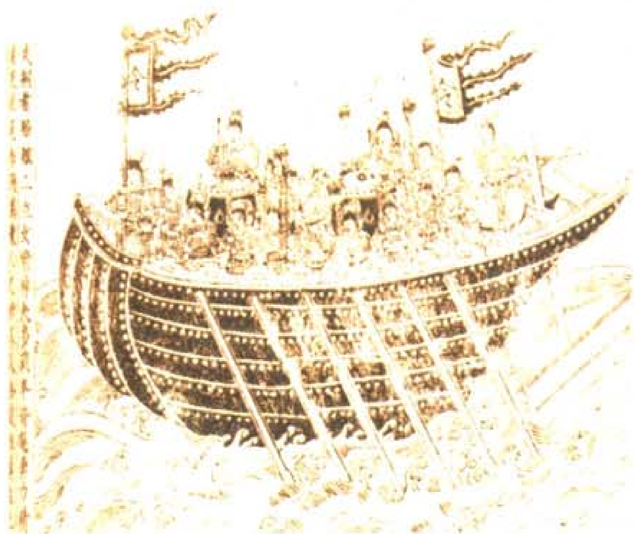
指南车又叫定向车。是利用齿轮传动原理保持原定所指方向不变，魏明帝时马钧制造了指南车，此后指南车成为皇帝仪仗的组成部分。

织绫机的创新

我国是著名的丝绸之国，是生产丝织业最早的国家。西汉时，有一种织绫的提花机，是120综，120蹑的（一综是一根经线，一根经线安装一个踏板叫蹑），效率很低，两个月才能织一匹绫。到三国时，虽然多次经过简化，改进到60综，60蹑和50综，50蹑，但仍十分笨拙。

马钧看到大家使用这种绫机，操作起来很是费时费力，为了提高大家的生产效率，节约劳动时间，于是，马钧就下定决心改良这种织绫机。他深入到织绫生产中，对旧式织绫机进行了认真研究，重新设计了一种新式织绫机。新织绫机简化了踏具，改造了桄运动机件





走舸

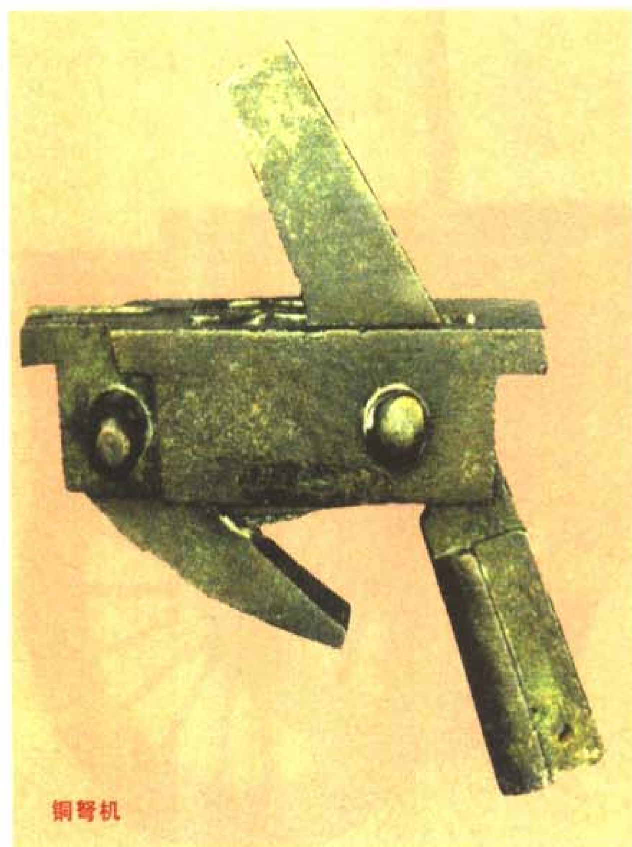
古代战船的一种，特点是轻便高速，来去如飞，多为战争中突袭之用。图为《武经总要》中的走舸图。

(即开口运动机件) 他把原来的60蹑、50蹑减为12蹑，用12根蹑控制60余片综，经过这样改进，新织绫机不仅更精致，更简单适用，织绫机的生产效率也提高了四五倍。特别是他发明了两蹑合控一综的"组合提综法"，用这种方法织出的花绫，花纹图案奇特，配置变化多样，织物表面具有立体感，景物生动逼真，光泽明暗相间，层次变化无穷，马钧的创造使当时魏国所产丝织物能与成都的蜀锦媲美。经改造的新织绫机，受到了广大丝织工人的欢迎。这是马钧一生中最早的贡献，它大大加快了我国古代丝织工业的发展速度，也为我国家庭手工业织布机奠定了基础。

龙骨水车的发明

水车的应用，在我国有着悠久的历史。大约在东汉时期，翻车就出现了，翻车又叫龙骨水车。据古籍记载，东汉末年有个叫毕岚的人曾制造过翻车，但那时的翻车还比较粗糙。

到了三国时期，有一回马钧在魏国做一个小官，住在京城洛阳，当时在洛阳城里，有一大块坡地非常适合种蔬菜，老百姓很想把这块土地开辟成菜园，可惜因无法引水浇地，一直空闲着。机械发明家马钧看到后，就下决心要解决灌溉上的困难。于是他又在机械上动脑筋。经过反复研究、试验，他终于创造出一种翻车，把河里的水



铜弩机



弩机

引上了土坡，实现了老百姓的多年愿望。马钧发明创造的这种新式翻车，叫做龙骨水车，龙骨水车应用齿轮的原理使其汲水，用时极其轻便，连小孩也能转动。它不但能提水，而且还能在雨涝的时候向外排水。在近代水泵发明以前，它一直是世界上最先进的提水工具之一。

水转“百戏图”

马钧真不愧为“巧思绝世，变化百端”的发明家，水转“百戏图”的创制更是印证了这一美名。一次，有人进献给魏明帝曹睿一种木偶百戏，造型相当精美，可那些木偶只能摆在那里，不能活动，明帝觉得很是遗憾。于是明帝就问马钧：“你能使这些木偶活动吗？”马钧肯定地回答道：“能！”明帝遂命马钧加以改造。没有多久，马钧就设计制造出了“平地实之，潜以水发”的“百戏图”。他用木头制成原动轮，以水力推动，使其旋转，这样，上层的所有陈设的木人都动起来了。有的击鼓，有的吹箫，有的跳舞，有的耍剑，有的骑马，有的在绳上倒立，还有百官行署，真是变化无穷，千姿百态。并且这些木人出入自由，动作极其复杂，巧妙程度使原来的百戏木偶无法比拟。水转“百戏图”，被时人称为“巧变百端”的三异之一。

三国时期的运输与军事技术

三国时蒲元发明了独轮车，称为“木牛”。这种独轮车便于山地运输，在曹魏与蜀汉的战争中起了重要作用，以后历代沿用至今。

造船技术不断进步，孙吴的水军有船舰5000只。最大的船有5层，可载3000人。后来又将许多船连为“连舫”，其上可以驰马。祖冲之发明的“千里船”，日行百余里。有人主张“千里船”就是利用轮桨的车船。梁时侯景制造了160桨的高速快艇，称为“�”。

由于战争频繁，武器不断改良和更新。发明了火车、发石车、钩车、虾蟆车。曹操与袁绍的官渡之战，发石车帮助曹军击毁了袁军的楼车；刘裕也用“万钧神弩”；诸葛亮改进连弩。战争促进了科学与技术的运用。

指南车的再现

指南车是一种辨别方向的工具。我们的祖先很早就创造了指南车。传说4000多年前，黄帝和蚩尤作战，蚩尤为使自己的军队不被打败，便做雾气，使黄帝的军队迷失了方向。后来，黄帝制造了指南车辨别了方向，终于打败了蚩尤。东汉时期，张衡就曾利用纯机械的结构，创造了指南车，可惜后来张衡造指南车的方法失传了。

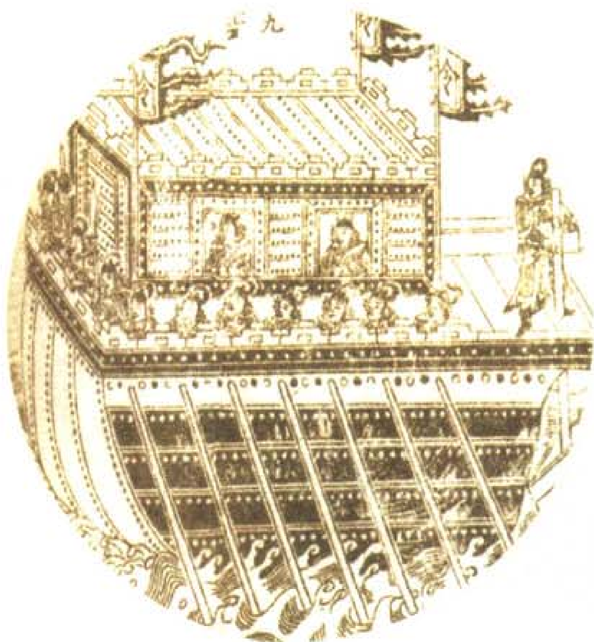
龙骨水车(模型)

龙骨水车又叫翻车，是一种灌溉工具。东汉灵帝(166-189)时毕岚发明翻车，三国时马钧予以完善、推广。它由手柄、曲轴、齿轮链板等部件组成。最先以人力为动力，后扩展利用畜力、水力和风力。它制作简便，提水效率高，一直使用到现在。模型据《魏略》及传统水车复原。



到三国时期，人们只从传说上了解到指南车，但谁也没见过指南车是什么模样。当时，在魏国做官的马钧对传说中的指南车极有兴趣，决心要把它重造出来。然而，一些思想保守的人知道马钧的决心后，都持怀疑态度，不相信马钧能造出指南车。有一天，在魏明帝面前，散骑常侍高堂隆说："古代据说有指南车，但文献不足，不足为凭，只不过随便说说罢了。"骁骑将军秦朗也随声附和道："不可能有什么指南车。"马钧说："空口争论，又有何用？咱们试制一下，自有分晓。"马钧在没有资料，没有模型的情况下，苦钻苦研，反复实验，没过多久，终于运用差动齿轮的构造原理，制成了指南车。事实胜于雄辩，马钧用实际成就，以胜利结束了这一场争论。马钧制成的指南车，在战火纷飞、硝烟弥漫的战场上，不管战车如何的翻动，车上木人的手指始终指南，赢得了满朝大臣的敬佩，从此，天下的人没有不佩服他的巧。

由于马钧掌握了机械原理，因而他在军事上



斗舰

古代战舰，特点是在船舷上设墙，墙下开孔。可蔽身又能放箭，是攻守兼备的战舰，图为《武经总要》中的战舰。



龙骨水车图

兵器制造方面也有不少发明创造。他在兵器学方面的精深研究，足以和同时代的军事学家诸葛亮相比。他曾改进诸葛亮的连弩（一种可以把箭接连发射出去的连发射远器），使其威力增加5倍。马钧还在原来作战用的发石车的基础上，重新设计出了一种新式的攻城武器——轮转式发石车。

马钧是三国时代最优秀的机械制造家，就是在我国古代几千年的历史当中也不多见，堪称一代机械大师，当时，有位叫傅玄的文学家曾称赞他说："马先生，天下之名巧也。"

023 古代冶炼技术和鼓风技术



从曹魏、吴、蜀的三足鼎立，中经两晋、南北朝，到隋文帝统一全国。这369年的历史与秦汉时期不同，主要是处于动乱之中。各国间频繁的攻战和政权间迅速的更替，对科学技术的发展和科技文化典籍的流传，无疑会造成很大损失。但是，其间也有过西晋短暂的统一，曹魏在中原屯田，发展生产；北魏孝文帝拓跋宏也曾锐意改革，推行"三长制"与"均田制"，使生产得以恢复和发展；这些都为这个时期科学技术的发展提供了一定的物质条件。所以三国至南北朝时期，尽管充满了战乱，还是出现了一些重要的科技成就和一批重大贡献的科学家。

古代冶炼技术——宿铁法、双液淬火

宿铁法是制钢技术的重大创造。

北齐的信州刺史綦毋怀文是个炼钢专家，他是个讲究"道术"的人，他曾炼造出一种"宿铁刀"，这"宿铁"，就是后世所说的"灌钢"。

"灌钢"，又称"团钢"。它是由生铁和熟铁合在一起冶炼得到的一种含碳量较高、且质地均匀的优质钢，（含碳量在0.05%－2.0%的铁称为钢）。这种具有独创性的灌钢冶炼方法，至少在南北朝时期就已经发明了。



铜鼎

陕西出土的汉代量器。汉代鼎铭文内容为记重、记年和记容量。鼎最初作为炊具，秦汉常作明器随葬，以后又因炼丹煮药的需要，制作了铁鼎，后人还用来作为香炉。

等臂秤



《北史·艺术列传》里记载，綦毋怀文制造的是宿铁刀。他的方法是，选用品位比较高的铁矿石，冶炼出优质生



铜贮贝器

铁，然后把液态生铁灌注到熟铁上，这样几度熔炼，就成钢了。钢炼成之后，他便以熟铁作刀背，用钢作刀锋，并用动物的尿和油脂来淬火。用这种方法制造的宿铁刀，能一下子砍断30多块叠放在一起的胄甲片。引陶弘景的话："钢铁是杂炼生柔作刀镰者。"这两条史料都记载了灌钢法,它通过将熔融生铁和熟铁合炼,使碳份扩散,趋于均匀,成为含碳量较高的优质钢。液态生铁中的碳与熟铁中的氧化物作用,有利于除去杂质,纯化组织,提高钢的质量。

双液淬火法

陶弘景的史料告诉我们灌钢的应用已较普遍,不仅用来做刀剑,而且用来做镰。灌钢技术的萌芽,可以追溯到东汉,王粲的《刀铭》有"灌辟以数"的句子,"辟"指折叠,"灌"指淋注,说明这时已有灌钢的试炼。灌钢法是我国继炒钢和百炼钢之后,对世界的又一大贡献。

"浴以五牲之溺,淬于五牲之脂"是说用牲畜尿和牲畜脂淬火成钢，牲畜尿中含有盐分，用它做淬火冷却的介质，不仅冷却速度快，而且淬火后的钢较用水淬者更坚硬；用畜脂淬火较水慢，淬火后的钢较用水淬过者韧。可见南北朝时期在炼钢和淬火工艺上都有了重大进步。

《北堂书钞》卷123，引《蒲元别传》说蒲元在斜谷（今陕西眉县）为诸葛亮制刀，由于"汉水纯弱，不任淬"，派专人到成都取江水，取来的水杂有八升涪水的水，被蒲元发觉。这个传说虽有些夸大，但说明当时人们已经充分注意了水质对淬火后钢质

墓砖画像

魏晋。甘肃省嘉峪关东北20公里的戈壁滩上出土。长36cm，宽21cm。共600多块。砖画色彩淡雅，线条清晰，内容以描写当时的现实生活为主。图示左为烫洗家禽，右为做饭。







陶灶

西汉。1978年于陕西眉县采集。长26cm,高11.5cm,灶口下有5行27字铭文:“大人弃春秋,离子孙,乘王车游,长久往不来,甚(慎)毋置,长随地下,口造,吉。”

的影响。《晋太康地理记》也说:“汝南西平有龙泉水,可以淬刀剑,特坚利。”这是当时人们重视水质对淬火影响的又一例证,綦毋怀文的双液淬火法正是在这些积累的经验中发展起来的。

鼓风技术

为了提高炉温,缩短冶炼时间,我国古代劳动人民很早就采用了向冶炼炉鼓风的技术。最早的鼓风工具叫“橐”,即用皮革制成的皮囊。用橐鼓风,就是通过拉压的反复动作,使其一张一合,把风鼓入炉中。战国时,发展成多橐排在一起向炉里鼓风,称为“排橐”,或简称为“排”。利用排橐鼓风,能增大进风量,加强燃烧火力,比单橐鼓风进步得多,但它需要大量人力。用人力鼓风,称为“人排”。接着又出现了用畜力作为鼓风动力的“马排”,所需的畜力也很可观。人力畜力的大量耗费,对进一步发展冶铁业是一个严重的障碍。

水排





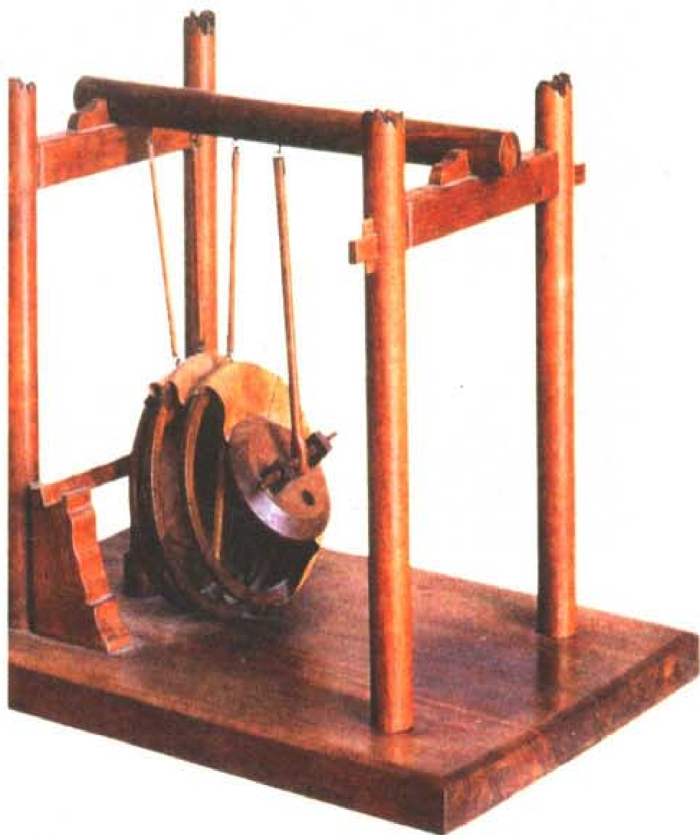
西汉中期以后,铁业官营,相继出现了一批规模较大的冶炼炉,它们需要提供相当大的风量和风压,这就要求人们改进已有的鼓风装置。东汉时,南阳(今河南南阳)太守杜诗在前人经验的基础上,设计并制造了以水力为动力的一套冶铁鼓风机具——水排。

三国时期的韩暨在东汉杜诗的基础上,将水排进一步推广到了魏国官营冶炼作坊中,用水排



冶铁画像石

东汉(25-220)。1930年山东滕县宏道院出土,画像石描绘了古风用皮囊的形状,以及冶铁工具的形制和使用情况。



叠铸范

汉(前206-220)。1974年河南温县出土。长29.5厘米,宽14厘米,厚10.5厘米。河南省文物考古研究所藏。叠铸技术是中国发明的,出现于春秋时期,到汉代叠铸技术已相当成熟。它是将多个泥范一层层叠合起来,使用共同的铸口和铸道,所以一次浇铸可得到多个铸件。叠铸大幅度地提高了劳动生产率,节省了造型材料和金属液,从而降低了生产成本。

汉代水排

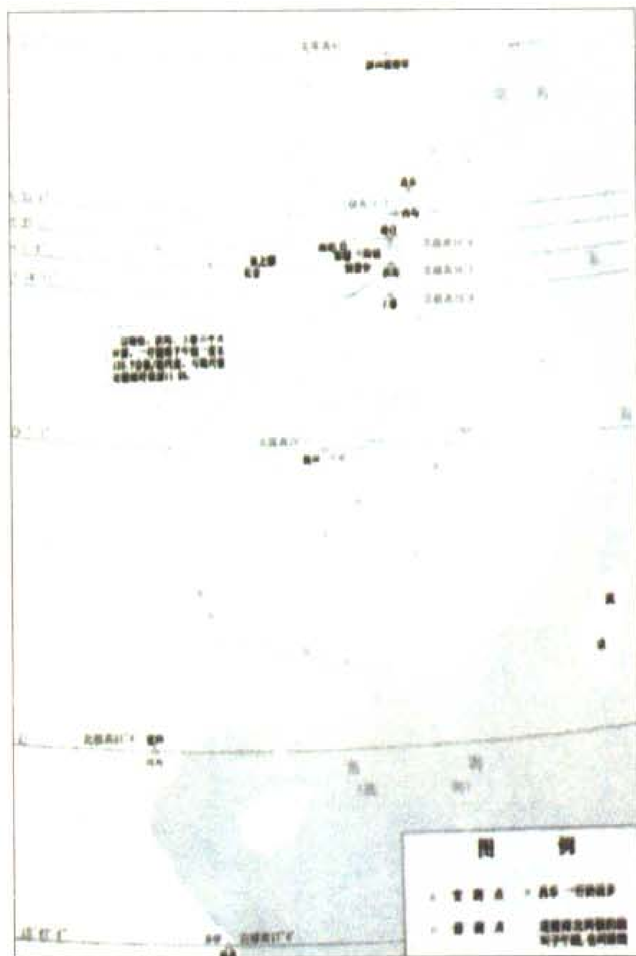
最早见于《后汉书·杜诗传》"……建武七年(31),迁南阳太守,造作水排,铸为农器,用力少,而见功多,百姓便之。""冶铁者为排吹炭,今激水鼓之也。"这说明东汉建武七年河南南阳地区,首先使用了这种先进技术。南阳自战国时,就是著名的冶铁基地。汉武帝曾在此设铁官,南阳郡内有汉代冶铁和铸造作坊5至7处,从事冶铁者世代相传,在鼓风冶铸方面积累了丰富经验。在水排之前,早已使用水碓舂米,杜诗正是总结了这些经验发明了水排。水排是利用水力进行鼓风的冶铁设备。汉代水排较简单,排橐是当时的冶铸鼓风器,外部用皮革制成,内部用木环作骨架,体上用吊杆挂起,以便推压鼓风。中国历史博物馆根据《后汉书·杨璇传》和山东滕县出土的东汉画像石刻复原了东汉的冶铁水排(排橐),并在中国通史陈列中展出。

代替过去的马排、人排,四季不歇。水排不但节省了人力、畜力,而且提高了工作效率,促进了冶铁业的发展。这时已明确记载韩暨的鼓风水排节省人力、畜力,比马排增加效率3倍。水排在我国沿用了很长一个时期,直到20世纪70年代,一些地方还在使用。

024 天文学家
僧一行与子午线测量



僧一行原名张遂（683–727），又名敬贤。唐朝魏州昌乐（今河南濮阳市南乐县）人。张遂自幼天资聪颖、刻苦好学，博览群书。青年时代到长安拜师求学，研究天文和数学，很有成就，成为著名的学者。本来他是仕途顺畅的，为何会出家成僧？为什么叫做僧一行呢？其中是有原因的。



僧一行测量子午线示意图

唐开元十二年，僧一行命人在河南实地测量日影长度和北极高度，这是世界上首次测量子午线的记录。

一行出家前，俗名叫张遂。在当时有名的学问家尹崇的推举下，年轻的张遂成了长安城里有名的学者。这位年轻的学者却不能安心地在长安研究学问。因为当时是武则天当皇帝，其侄子武三思身居显位，权力很大。武三思沽名钓誉，到处拉拢文人名士以抬高自己。张遂是个刻苦钻研、老老实实做学问的青年，他不愿意和武三思这种声名狼藉的贵族同流合污，便假托有病，闭门不见。后来武三思不断地纠缠，张遂只得愤然离京，东去河南嵩山出家当了和尚，取名为一行，故称一行和尚。

其中一行投师也有一个很有意思的故事。据说，张遂当时听说国清寺内一老僧算术高超，就慕名求教。宏大富丽的国清寺内，有一座幽雅的庭院便是这位老僧所居的住所。森森古柏环抱，淙淙清溪当门。一行步过门前小桥，于门屏间听得院中有人摆算筹，便伫立屏息静听。那筹子大约是象牙琢磨的，声音清脆，似珠落玉盘。听这手法、音节，果然是个算学高手。一行暗自高兴："此行不虚。"正听得出神，拨弄算筹的声音停了。有人说话："我算准了，今日应有个远来的弟子求教算法，这个时辰该到了，怎不见人！怕是没人引见吧？"接着听见他拨了一个算筹，又说："听见了吧？门前东流的溪水改向西流了，说明我的弟子已经到门前了。"一行惊呆了："果然妙算高手！"他立即踉跄而进，对桌案跪拜，"听说师父精通算学，千里来投，只为历算，弟子早悟世幻，无贪无念，只想拜在门下，潜心向学。"老僧

呵呵一笑："果然是再世的颜回啊，老衲真是有幸，收你这个高徒。"这个历史上未留下姓名的老僧从此尽心教他。一行也很发奋，"三更灯火五灯鸡"，很快学会全部算学口诀，为以后编制《大衍历》打下了良好的数学基础。据说当他学成回归时，小院门前溪水复东流。从此他的名声更大，全国尽知。

公元712年，唐玄宗即位，得知一行和尚精通天文和数学，就把他召到京都长安，做了朝廷的天文学顾问。张遂在长安生活了10年，使他有机会从事天文学的观测和历法改革。僧一行一生最大的贡献是领导了全国性的大地天文测量和编制《大衍历》以及改制天文仪器三件事。

开元十二年（724），他领导了全国12处的天文测量，分别到达唐帝国的南北两端。测量内容是每个测点的北极高度、冬夏至日、春秋分日、太阳正南时的日影长度。其中位于黄河平原上的上蔡、扶沟、浚仪太岳台（今开封西北）、滑州白马（今河滑县）四地的测量数据特别重要。因四地几乎位于同一经线、又都处于平地，误差较小。测量的结果表明一直被沿用的"南北地隔千里，影差一寸"的数据是错误的。一行得出南北相差351里80步北极高度相差一度（古制1里300步，一步5尺），换算为现代的数据是南北相距129.22公里，北极高度相差一度，现测值为111.2公里。虽有较大的误差，但终归纠正了"南北地隔千里，影差一寸"的传统错误，又开始了世界上第一次实测地球子午线的创举。根据子午线一度的长度可以求得地球的大小，这是多么了不起的成就啊！到公元814年阿拉伯统治者阿尔·马蒙在幼发拉底河以北又一次进行了子午线长度的测量，得到了比一行更准确的数值，但比一行晚了90年。

一行在实测的基础上，于开元十三年（725）开始着手编制《大衍历》。727年写成初稿，一行就病逝了。《大衍历》以《皇极历》为基础，进行了改革和创新，分为七篇:步中朔术、发敛术、步日缠术、步月离术、步轨漏术、步交会术、步五星术。所写的内容是平朔望和平气，七十二候，太阳和月球每天的位置与运动，每天见到的星象和昼夜时刻，日食和月食的测算，五大行星位置的测算。他的制历内容与结构表明我国古代历法

敦煌星图

原藏甘肃敦煌石窟中，原图为长卷式，绘于公元8世纪初。是世界上现存最古老的全天星图。其用红、黑两色绘画，共绘恒星1350多颗。恒星符号有圆圈和实点两种，前者表示石申和巫咸星表中的星，后者为甘德星表中的星。



体系已臻成熟。在西方历法传入之前，《大衍历》的结构为历代所效法。《大衍历》发明了定气概念，得出太阳是运动冬至日最快，以后由快到慢，夏至日最慢，以后由慢到快，再到冬至日最快，循环往复。他主张依据太阳实际视运动安排节气，这就叫定气，改变了以前将一年分为二十四等分的定二十四节的做法（平气）。一行将“不等间距二次内插法”引入《大衍历》的计算，欧洲直到17世纪才把内插法用于天文计算。在计算日、月食和五星运动时，《大衍历》考虑到视差（人位于地表观测和地心的位置有差别）对交食的影响，创立了一套计算视差影响的经验公式。由于上述的成就使《大衍历》较以前的历法更精密。



洱海图

一行在天文学上的第三大贡献是仪器制造。他在领导天文测量时，发明了复规用来测量。他又与梁令瓒共同制造了观测天象的“浑天铜仪”和“黄道游仪”，浑天铜仪是在汉代张衡的“浑天仪”的基础上制造的，上面画着星宿，仪器用水力运转，每昼夜运转一周，与天象相符。还装了两个木人，一个每刻敲鼓，一个每辰敲钟，其精密程度超过了张衡的“浑天仪”。“黄道游仪”的用处，是观测天象时可以直接测量出日、月、星辰在轨道的坐标位置。一行使用这两个仪器，有效的进行了对天文学的研究。



僧一行在天文学上的成就，不仅在国内闻名，而且在世界上都有很大影响。此外，僧一行的天文学观点，有的比世界著名天文学家早1000多年。

刘焯的《皇极历》

刘焯(544－608)，字士元，信都昌亭(今河北冀县)人。他在与张宾、刘晖、张胄玄的争论中，不断完善自己的计算方法，终于在开皇二十年(600)编成《皇极历》，这是当时最先进的历法。但由于受到隋炀帝、张胄玄的压制，他的历法未得到实行。他的上书也受到扣压，使他于大业四年(608)含恨而死，先进的定朔法，在测定日月食时考虑了初亏、复圆时刻和食分的不同。用定气的方法来计算日行度数和交会时刻等。但这部先进的历法，一直未被采用。

025 陆羽和他的《茶经》



喝茶能静心、静神，有助于陶冶情操、去除杂念。而中国就是茶的故乡，制茶饮茶有几千年的历史。尤其到了唐代，茶叶成为生活必需品。唐代陆羽创造了一套茶学、茶艺、茶道思想，编著了《茶经》，这成为茶文化一个划时代的标志。

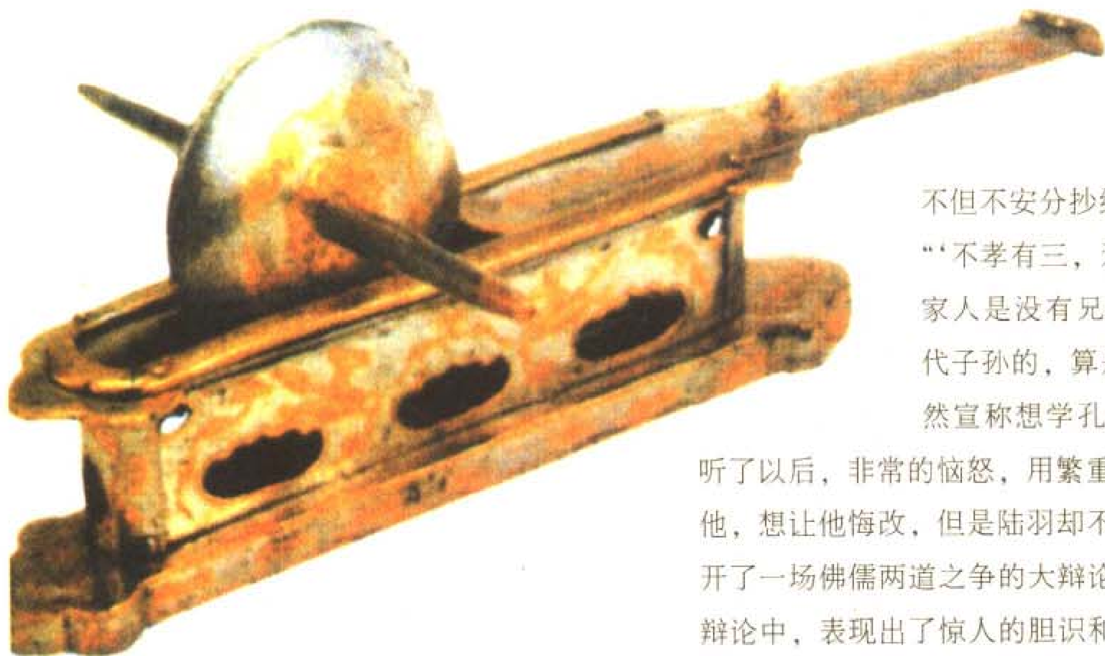
陆羽的生平

陆羽（733－约804），字鸿渐，一名疾，字季疵，号竟陵子、桑苎翁、东冈子，唐复州竟陵人，也就是今天的湖北天门人，一生嗜茶，精于茶道，编著了世界上第一部茶叶专著——《茶经》，对中国茶业和世界茶业发展做出了卓越贡献，被誉为"茶仙"，尊为"茶圣"，祀为"茶神"。

陆羽的贡献是巨大的，却有着一个离奇、神秘而又不幸的童年。原来他是一个被遗弃的孤儿，据文献记载，他3岁时遭遗弃，一个秋末冬初的日暮之时，被竟陵龙盖寺的一个智积禅师捡到了，那时他连什么名字都不知道。智积禅师就根据《易经》给陆羽算了一卦，卦辞上说："鸿渐于陆，其羽可用为仪"，于是他的姓、名、字就都这么出来了，姓"陆"，名"羽"，字"鸿渐"，可是为什么陆羽在襁褓之中被养育到3岁之大而遗弃？这是陆羽身世的千古之谜，也许永无披露之日了。

陆羽虽然是身在佛门，但是并不愿意皈依佛法。9岁的时候，智积禅师让他抄经念佛，陆羽不但不安分抄经，反而问禅师："'不孝有三，无后为大'，那出家人是没有兄弟姐妹，没有后代子孙的，算是有孝吗？"并公然宣称想学孔圣的文章。主持听了以后，非常的恼怒，用繁重的体力活来惩罚他，想让他悔改，但是陆羽却不屈服，还与他展开了一场佛儒两道之争的大辩论。小陆羽在这场辩论中，表现出了惊人的胆识和雄辩的口才，以及宁折不屈的坚强个性。师徒两人针锋相对，互不相让，最终还是各持己见，不欢而散。

陆羽在禅师的阻止下，不但没有减少对儒学



唐代鎏鸿雁流云纹银茶碾子

中国人自汉代开始饮茶，至唐代蔚然成风。图为西安法门寺地宫出土的碾茶用银碾子。

的渴求，求知欲望反而更强了。当时没有纸写字，他就在牛背上写字，偶然的机会，他得到了一篇张衡的《南都赋》，尽管不认识上面的字，但是还是念念有词。智积禅师知道后，怕他沉浸于儒家典籍，就派人把他禁闭起来。就这样过了3年，陆羽12岁的时候，趁别人不注意的时候逃出了龙盖寺，还到了一个戏班子当了戏子，他长得并不好看，而且还有口吃，但是却幽默机智，演丑角极为成功，据说后来还编写了三卷笑话书。

陆羽的身世可怜，但是吉人自有天相，唐天宝五年，一次聚饮中遇到了他的伯乐。当时陆羽出众的表演，让竟陵太守李齐物十分欣赏他的才华和抱负，认为他日后必成有用之才。当即赠以诗书，并在学习和生活上给孤苦无依的陆羽以亲切的关怀和照顾，这对陆羽后来能成为唐代著名文人和茶叶专家，是有着不可估量的意义的。之后他与被贬为竟陵司马的礼部郎中崔国辅相遇，两人经常一起出游，品茶鉴水，谈诗论文，成为忘年之交，并给予陆羽相应的帮助，使得其才华、品德和崭露头角的烹茶技艺为时人所赏识。以上是他前半生的经历。



唐·三彩贴花炉

后半生起安史之乱爆发，陆羽开始了另一段经历。他随着难民从山西渡过长江，沿着长江南岸对沿岸部分地区的江河山川、风物特产，尤其是茶园、名泉进行了实地考察。一路上，他逢山



元代赵原《陆羽烹茶图》

茶，又称"茗"，是中国最重要的传统饮料。历代本草认为，茶有清头目、除烦渴、化痰、消食、利溺、解毒等功效。可用以治疗头痛、目昏、多睡善寐、心烦口渴、食积痰滞、疟、痢。饮茶本身就有保健康复作用。

驻马采茶，目不暇接，口不暇访，笔不暇录，锦囊满获。他游历了宏伟壮丽的长江三峡，辗转大巴山，一口气踏访了彭州、蜀州、邛州、雅州等八州。唐760年时，又游览了湘、皖、苏、浙等地，于次年到达盛产名茶的湖州，在风景秀丽的苕溪结庐隐居，潜心研究茶事，闭门著述《茶经》。隐居期间，他常身披纱巾短褐，脚着藤鞋，独行野中，深入农家，采茶觅泉，评茶品水，或诵经吟诗，杖击林木，手弄流水，迟疑徘徊，每每至日黑兴尽，方号泣而归，时人称谓今之“楚狂接舆”。



弈棋仕女图

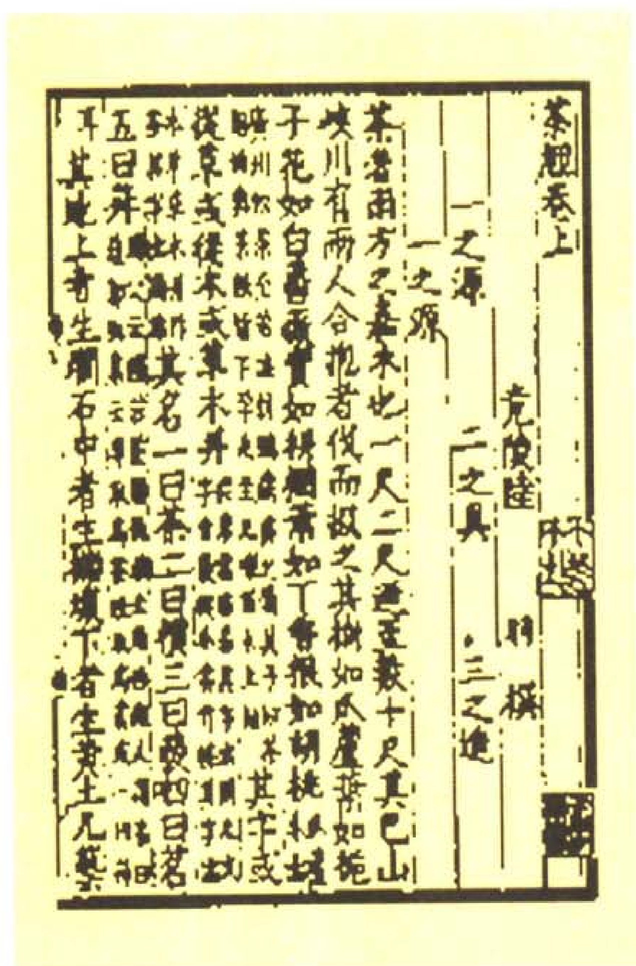
盛唐时盛行围棋，不少仕女亦精通棋路。此绢画表现了一位女子精心布子的专注神情。

陆羽死前有一首《六羡歌》：“不羡黄金罍，不羡白玉杯；不羡朝入省，不羡暮登台；千羡万羡西江水，曾向竟陵城下来。”充分体现了他的人品像茶叶那般清纯。

《茶经》的内容

《茶经》就是陆羽创作的，成书于公元8世纪，距今已经有1200多年的历史。它是世界上第一部茶学专著，是中国茶文化发展到一定阶段的重要标志，是唐代茶业发展的需要和产物，是当时中国人民关于茶的经验的总结。作者详细收集历代茶叶史料、记述亲身调查和实践的经验，对唐代及唐代以前的茶叶历史、产地、茶的功效、栽培、采制、煎煮、饮用的知识技术都作了阐述，是中国古代最完备的一部茶书，使茶叶生产从此有了比较完整的科学依据，对茶叶生产的发展起过一定积极地推动作用。《茶经》全书7000多字，分上、中、下三卷共





茶經卷上

竟陵陸羽撰

一之源　二之具　三之造

一之源

茶者南方之嘉木也一尺二尺迺至數十尺其巴山峽川有兩人合抱者伐而掇之其樹如瓜蘆葉如梔子花如白薔薇實如栟櫚蒂如丁香根如胡桃

從草或從木或草木并

其名一曰茶二曰檟三曰蔎四曰茗五曰荈

其地上者生爛石中者生櫟壤下者生黃土凡藝

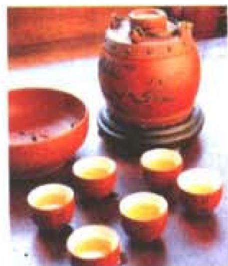
陆羽《茶经》书影

十个部分。其主要内容和结构有：一之源；二之具；三之造；四之器；五之煮；六之饮；七之事；八之出；九之略；十之图。上卷三节：一之源，论述茶的起源、名称、品质，介绍茶树的形态特征、茶叶品质与土壤的关系，指出宜茶的土壤、茶地方位、地形、品种与鲜叶品质的关系，以及栽培方法，饮茶对人体的生理保健功能。还提到湖北巴东和四川东南发现的大茶树；二之具，谈有关采茶叶的用具。详细介绍制作饼茶所需的19种工具名称、规格和使用方法；三之造，讲茶叶种类和采制方法。指出采茶的重要性和采茶的要求，提出了适时采茶的理论。叙述了制造饼茶的六道工序：蒸熟、捣碎、入模拍压成形、焙干、穿成串、封装，并将饼茶按外形的匀整和色泽分为八个等级；四之器，写煮茶饮茶之器皿。详细叙述了28种煮茶、饮茶用具的名称、形状、用材、规格、制作方法、用途，以及器具对茶汤品质的影响，还论述了各地茶具的好坏及使用规则；五之煮，写煮茶的方法和各地水质的优劣，叙述饼茶、茶汤的调制，着重讲述烤茶的方法，烤炙、煮茶的燃料，泡茶用水和煮茶火候，煮沸程度和方法对茶汤色香味的影响。提出茶汤显现雪白而浓厚的泡沫是其精英所在；六之饮，讲饮茶风俗，叙述饮茶风尚的起源、传播和饮茶习俗，提出饮茶的方式方法；七之事，叙述古今有关茶的故事、产地和药效。记述了唐代以前与茶有关的历史资料、传说、掌故、诗词、杂文、药方等；八之出，评各地所产茶之优劣。叙说唐代茶叶的产地和品质，将唐代全国茶叶生产区域划分成八大茶区，每一茶区出产的茶叶按品质分上、中、下、又下四级；九之略，谈哪些茶具茶器可省略以及在何种情况下可以省略哪些制茶过程、工具或煮茶、饮茶的器皿。如到深山茶地采制茶叶随制，可简化七种工具；十之图，提出把《茶经》所述内容写在素绢上挂在座旁，《茶经》内容就可一目了然。

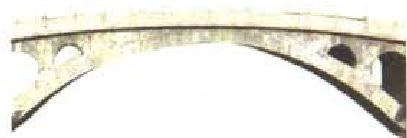
陆羽的《茶经》是茶叶生产广泛发展的产物，饮茶成为当时一种风习。我国的茶叶于5世纪传到亚洲邻国，17世纪输入欧美，对世界做出了宝贵的贡献。

茶道

茶道是一种以茶为媒的生活礼仪，也被认为是修身养性的一种方式，它通过沏茶、赏茶、饮茶，增进友谊，美心修德，学习礼法，是很有益处的一种美学仪式。喝茶能静心、静神，有助于陶冶情操、去除杂念，这与提倡“清静、恬淡”的东方哲学思想很合拍，也符合佛道儒的“内省修行”思想。茶道精神是茶文化的核心，是茶文化的灵魂。



026 土木工程的里程碑赵州桥



在有着悠久历史和灿烂文化的华夏大地上，独具特色、弥足珍贵的历史文化遗迹触目可及。举世闻名的“天下第一桥”——赵州桥便是其中之一。

赵州桥又名安济桥，位于河北赵县南门外约三公里的洨河上。相传赵州桥是鲁班所造，这座桥建成后，八仙之一的张果老倒骑着毛驴，带着柴荣，也兴冲冲地去看热闹。他们来到桥头，正巧碰上鲁班，于是他们便问道：这座大桥是否经得起他俩走？鲁班心想：这座桥，骡马大车都能过，何况区区两个人呢！于是就请他俩上桥。谁知，张果老带着装有太阳、月亮的褡裢，柴荣推着载有“五岳名山”的小车，所以他们上桥后，桥竟被压得摇晃起来。鲁班一见不好，急忙跳进水中，用手使劲撑住大桥东侧。因为鲁班使劲太大，大桥东拱圈下便留下了他的手印；桥上也因此留下了驴蹄印、车道沟、柴荣跌倒时留下的一个膝印和张果老斗笠掉在桥上时打出的圆坑。但这只是传说，是人们编造出来用来纪念古代的能工巧匠的。

赵州桥的真正设计者是隋代的工匠李春。是隋大业年间（605-617）建造的，至今已有1300多年的历史了。但为何在经历了千年的风霜雨雪之后仍屹立不倒呢？这其中有什么秘密吗？李春到底是怎么做到的呢？

隋统一中国后，当时的赵县是南北交通的必经之路，但是这一交

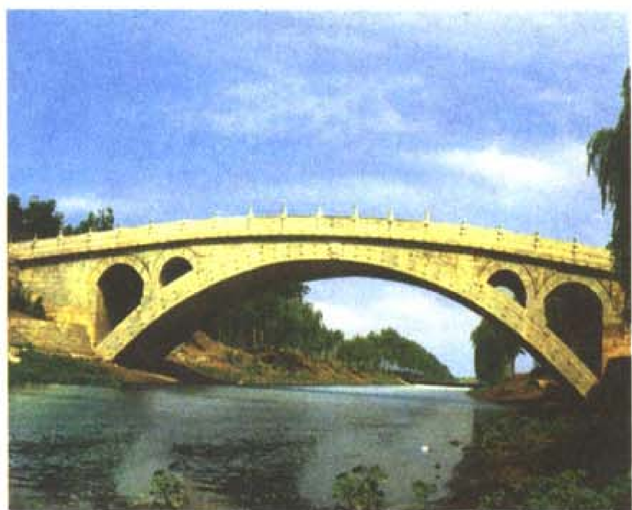


赵州桥

通要道却被城外的洨河所阻断，影响了人们往来，每当洪水季节甚至不能通行。于是朝廷决定在河上建造一座大桥来结束长期以来交通不便的状况。李春受命后，和其他工匠一起来到这里，对洨河及两岸地质等情况进行了实地考察，同时认真总结了前人的建桥经验，结合实际情况提出了独具匠心的设计方案，按照设计方案精心细致施工，很快就出色地完成了任务。

李春在设计大桥时，一改传统的多孔形式，毅然采取单孔长跨石拱形式，在河心不立桥墩，使石拱径长达37.37米。采用这样巨型跨度，在当时是一个空前的创举，把我国古代的桥梁技术提高到了一个新的水平。

在拱的形式上，李春采用了扁弧形，没有采用常见的半圆拱。因为赵州桥跨度非常大，从这一头到那一头有37.04米。如果修成半圆形，那桥洞就要高1852米。这样车马行人过桥，就好比越过一座小山，非常费劲。李春和他的工匠们创造性地改用平拱形式，把桥造成扁弧形，使石拱高度降到7.23米，拱高和跨度的比例大约是1:5。这样既减低了桥的高度，使桥面坡度平缓，便于车马行人往来，同时也减少了修桥的石料和人工。



古代的洨河，每逢夏秋汛季，水势很大。为增加泄洪能力，李春独具匠心，在两肩上各设两个小拱，这种大拱加小拱的布局，大约节省了180立方米的石料，使桥的重量减轻了大约500吨。而且，当洨河涨水时，一部分水可以从小拱往下流，既可以使水流畅通，又减少了洪水对桥的冲击，保证了桥的安全。赵州桥是世界上现存最古的敞肩桥。在欧洲，最早的敞肩桥是18世纪法国在亚哥河上修造的安顿尼特铁路石拱桥和在卢森堡修造的大石桥，但它们比中国的赵州桥晚了近1100年。

石桥的洞一般有两种砌法。一种叫“纵联



双龙交颈、双龙献珠 隋。浮雕。河北赵州桥栏板。



赵州桥石栏板

式”，像砌墙一样，一层一层往上砌，各层石块相互交错。这种砌法砌成的桥洞是一个整体，比较牢固。一种砌法叫“并列式”，并排砌成许多道窄券，合成一个整券。赵州桥的建造采用的是并列式，它用二十八道小券（我国习惯上把弧形的桥洞、门洞之类的建筑叫做“券”）并列成9.6米宽的大券。可是用并列式砌，各道窄券的石块间没有相互联系，不如纵列式坚固。为了弥补这个缺点，建造赵州桥时，在各道窄券的石块之间加了铁钉，使他们连成了整体。用并列式修造的窄券，即使坏了一个，也不会牵动全局，修补起来容易，而且在修桥时也不影响桥上的交通。如此独特的建筑结构，难怪古人称赞它“奇巧甲于天下”！

赵州桥不仅科技水平很高，而且造型艺术十分优美。它的弧形平拱和敞肩小拱的造型，巨身空灵，线条柔和，雄伟秀逸，稳重轻盈；远眺犹如穿出云层的一弯新月，又像是入涧饮水的一道长虹。在桥的主拱顶上雕有龙头形龙门石一块，八瓣莲花的仰天石点缀于桥侧。以造型逼真的石雕群像，运用浪漫手法，塑造出想像中的吸水兽，寄托人们期望大桥永不遭受水灾、长存永安的愿望。桥两边的栏板和望柱上，雕刻着各种蛟龙、兽面、竹节、花饰等，雕刻细腻，刀法苍劲有力，布局灵活多变，龙腾兽跃，欲飞若动，形象逼真。整座大桥形式协调，奇巧多姿，给人以美的享受。

赵州桥高度的技术水平和不朽的艺术价值，充分显示了我国劳动人民的智慧和力量。1991年，赵州桥被美国土木工程学会认定为第12处“国际土木工程历史古迹”，并赠送铜牌力碑纪念。这标志着赵州桥已与埃及金字塔、巴拿马运河、巴黎艾菲尔铁塔等世界著名历史古迹并称而齐名。

李春

在河北流传着这样一首歌谣：“赵州桥什么人修，玉石栏杆什么人留，什么人骑驴桥上走，什么人推车压了一道沟？赵州桥鲁班修，玉石栏杆圣人留，张果老骑驴桥上走，柴王爷推车压了一道沟。”歌谣中提到的“圣人”是指隋代著名的桥梁工匠李春。

但是我们除了知道李春是赵州桥的设计者外，关于他的生平、籍贯及生卒年月都无从得知，不能不说是一个很大的遗憾啊！看来在封建社会，像李春这样有才能的桥梁专家并不为统治者所重视。但是即使如此我们仍然坚信：李春作为一代桥梁专家和赵州桥作为一座历史名桥将永载祖国史册，为后人所牢记。

027 纵贯南北的京杭大运河



京杭大运河是世界上最长的人工河流，也是最古老的运河之一。它是我国古代劳动人民创造的一项伟大工程，是祖先留给我们的珍贵物质和精神财富，是活着的、流动的重要人类遗产。大运河同长城一样是我们华夏民族身份的象征。

大运河开凿的背景

中国的地形走向是西高东低，这样的地形走向就决定了我国的大河自西向东流。河流的东西流向，给南北交通运输带来极其不便利，因此，开凿南北大运河解决南北交通运输问题，便成为历代统治者的心愿。早在春秋时代，吴国大王夫差，为了争霸中原，向北扩张势力，在公元前486年，开凿了沟通长江和淮河段的运河，称为邗沟，长约150公里，它是京杭大运河的起源，是大运河最早的一段河道。后来，秦、汉、魏、晋和南北朝又相继延伸了河道，而最后完成开通南北大运河总工程的则是隋炀帝。

隋运河图



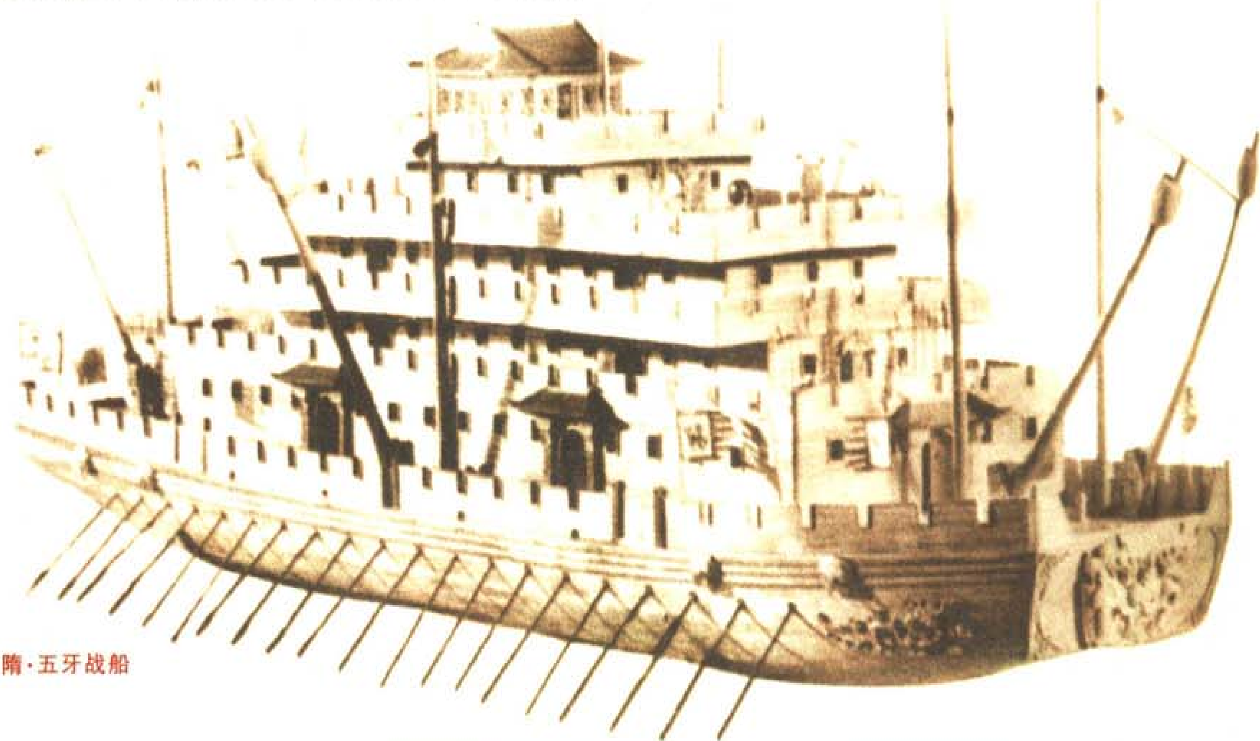
栖霞寺舍利塔

隋统一中国，结束南北分裂局面后，南方已成为“鱼米之乡，丝绸棉帛享誉天下”的富庶地区。但隋朝的政治和军事中心在北方，北方城市所需要的物资，特别是粮食，有很大一部分要依靠江淮地区供应。怎样把这些粮食源源不断地运到北方地区，这让隋炀帝大伤脑筋。大量的粮食布帛要从江淮运到长安，甚至还要运到北方边疆的军事重镇，而当时陆上运输就只有骡马大车和肩扛人挑，运输速度缓慢，运输量又小，费用和消耗却很大，这就很不符合当时的统治阶级的利益，于是修凿大运河成了当务之急。再加上隋炀帝穷奢极欲，爱好游玩，醉心于江南的繁华。

大运河开凿概况

大业元年（605），隋炀帝就命令百万百姓，先后用了6年时间，开始开凿大运河。开凿运河的艰巨工程对劳动人民简直就是一场灾难。隋炀帝强征几百万民工修筑运河，严重地破坏了生产，使成千上万的民工惨死在运河工地上。有一次，隋炀帝派遣了一个酷吏主管修河，这个酷吏就强制天下15岁以上的男人都要服役，共征发了360万人。隋炀帝还派出了5万名彪形大汉，各执刑杖，作为督促民工劳动的监工。因为劳动负担很重，监工督责太急，动不动就用棍棒毒打，所以不到一年，360万民工死者竟达250万人。

大运河以洛阳为中心，北起涿郡（北京），南达余杭（杭州），是隋唐时期人类改造自然的浩大工程。工程的主持人是隋代大技术家宇文恺。开皇四年（584）开凿了广通渠，把渭水由大兴城



隋·五牙战船

(长安) 引至潼关，长三百里，称广通渠；在大业元年 (605) 自洛阳引谷、洛二水达黄河，再从板渚 (河南荥阳东北) 引黄河入汴水，又自开封引汴水至泗水，达于淮河，称通济渠；接着自山阳(淮安) 引淮水经江都入长江，即疏浚邗沟工程，605年由隋炀帝领导完成，又称山阳渎；大业四年(608) 引沁水南通黄河，北达涿郡，长2000余里，称永济渠；大业六年 (610) 从京口镇 (镇江) 引长江，直达余杭，全长800余里，称江南河。这样，便形成了以洛阳为中心的全国水运网，从此，运河上出现了“舳舻相接，二百余里”的盛况。

邗沟

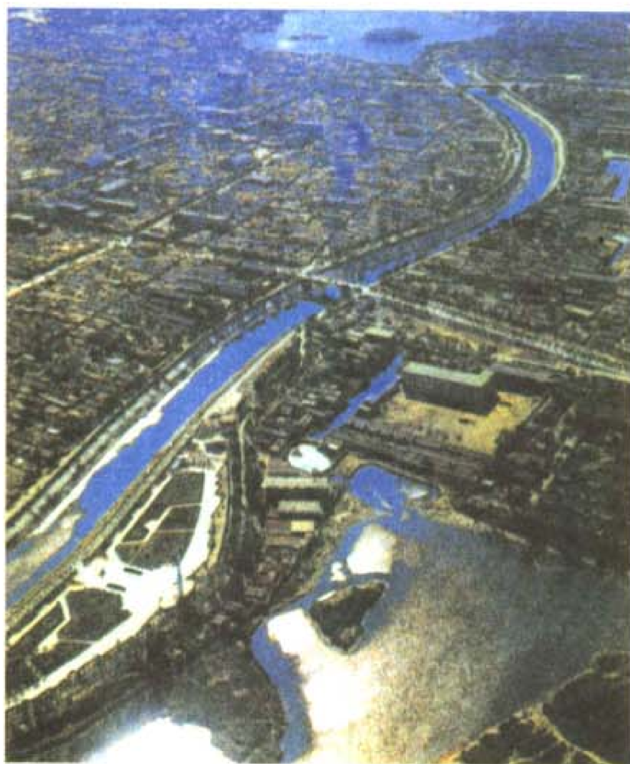
邗沟是连接长江和淮河的中国古代运河。春秋时期(前221-前481)末年，吴王夫差北上争霸，在公元前486年筑邗城(今扬州市)，开通邗沟。最初南端自长江引水北流，向北绕经一系列湖泊，以较短的人工渠道相连接，航道弯曲，到末口入淮河。魏晋南北朝时期(220-581)，由于自然条件的变化，江水已不能引入运河，于上游开支河从今仪征引江水通航，并在运河口建堰埭、水门节水，河上也建有多处堰埭。隋代(581-618)两次重开此河，成为南北大运河中的重要一段，是联系长江和淮河的古运河，是中国最早见于明确记载的运河。又名渠水、韩江、中渎水、山阳渎、淮扬运河、里运河。

大运河作用及影响

大运河的开通，促进了沿岸地区经济发展、城镇繁荣和南北的文化交流。隋唐时代，扬州成为“十万人家”、“十里长街”的繁华都市，“街垂千步柳，霞映两重城。天碧台阁丽，风凉歌管清”（唐杜牧诗）。著名的古城苏州、人间天堂的杭州，成了有名的旅游城市。唐诗人杜笋鹤就曾写到：“君到姑苏见，人家尽枕河。古宫闲地少，水港小桥多。夜市卖菱藕，春船载绮罗。遥知未眠月，乡思在渔歌。”大诗人白居易更是不忍离开美丽的西湖，在他的《春题湖上》：“湖上春来如



隋文帝祈雨图



隋朝大运河



扬州古运河

画图，乱峰围绕水平铺。松排山为千重翠，月点波心一颗珠。碧毯线头抽是稻，青罗裙带展新蒲。未能抛得杭州去，一半勾留是此湖。”

随着全国政治中心的转移，运河中心亦随之易地。北宋以开封为中心，元明清以北京为中心。元世祖忽必烈统一中国后，需大量的粮食，主要依赖长江下游地区。经著名水利专家郭守敬的规划设计，开凿山东运河段和北京通惠河，使大运河直通北京城里的什刹海。至此，北起大都南至杭州的京杭大运河全线贯通。南来的漕船从杭州直航大都城里，泊于什刹海。当时的什刹海“舳舻蔽水”，运河的修建对北京的繁荣和发展及当时社会的繁荣和发展起了巨大的作用。

京杭大运河贯穿河南、河北、江苏、浙江四省，连接海河、黄河、淮河、长江、钱塘江及众多的支流，全长约1750公里，是世界上开凿最早、航线最长、工程最大的人工运河。从春秋时代邗沟开始，两千多年来，大运河北段虽时塞时通，但江南运河却古往今来，船舶云集，百舸争流。直至今日，南运河仍然是江南交通运输的动脉。北运河也将与宏伟的南水北调工程结合而复兴其南北交通运输的功能。大运河这一辉煌工程充分体现中国古代水利、建筑、测量、工程设施等方面的科学成就，是我们先人聪明智慧和创造精神的证明。

隋朝大运河

隋运河以洛阳为中心，北起涿郡，南到余杭，全长5000多华里，分为永济渠、通济渠、山阳渎(邗沟)、江南河四段。接五大水系，是世界上最雄伟的工程之一。运河长度，世界首屈一指，河道水深、宽度、通航能力是最大的。运河开通，“商旅往返，船乘不绝”。唐皮日休曰：“北通涿郡之渔商，南运江都之转输，其为利也博哉！”(《皮子文薮·汴河铭》)。《汴河怀古》(皮日休) 云：“尽道隋亡为此河，至今千里赖通波。”大运河如同长城，饮誉世界，体现了我国古代劳动人民的聪明才智和创造力；运河的开通，促进了城市发展，江都、余杭、涿郡等迅速繁荣；维护了国家统一，促进了中央集权稳定。

扬州自古以来就是江淮经济文化中心和对外往来的重要港埠。素有“淮左名都”之誉。扬州有许多文化古迹，其中之一就是古运河。大运河是我国古代伟大水利工程，自开凿以来到现在已有2400多年的历史。最早开凿于春秋末年，夫差为了北伐齐晋，从江苏的江都(即现在的扬州)到淮开运河，名邗沟，是我国最早的运河。隋为增强经济，通漕运，隋炀帝下令利用天然河流和旧有渠道，开通包括邗沟，形成运河系统。

028 唐高僧

玄奘的取经之路



大家都知道《西游记》中有个唐僧。这个唐僧心怀慈悲，一心向佛，为求真经，带着他的三个徒弟孙悟空、猪八戒、沙和尚，历经九九八十一难，终于到达西天，也就是今天的印度半岛取得了真经。在我国的历史上，也有一位法名叫玄奘的和尚到“西天”取经。应该说，玄奘是《西游记》中唐僧的原型。

玄奘，俗名陈袆，洛州缑氏（今河南偃师县缑氏镇）人。隋文帝仁寿二年（602）出生于一个世代儒学之家，出家后法名玄奘，敬称三藏法师，俗称唐僧。幼时在洛阳净土寺诵习佛典，后来为了研究佛学，遍访四川、湖北、河南、河北、陕西等省的佛门大师，同时做了国内的地理考察。随着学业的日益长进，玄奘的疑问和困惑也越来越多，而这些疑惑又非中国佛典和高僧所能解决的，于是他下决心去佛教的发源地——印度取经求法。

但当时唐朝立国才不久，内乱也未平，所以唐政府暂时不许大唐的子民随便出国，各主要道路关隘的稽查也很严。可是玄奘意志坚决，唐太宗贞观元年（627），他从长安出发，孤身踏上万里征途，开始了他的西行。

他途经秦州（今甘肃天水）、兰州、凉州（今甘肃武威）、瓜州（今甘肃安西县东南），偷渡玉门关，历5天4夜滴水不进、艰难地通过了800里大沙漠，然后取道伊吾（今新疆哈密），年底时到达高昌（今新疆吐鲁番），在那里受到高昌国王麴文泰的礼遇和赞助。之后沿天山南麓继续西行，经阿耆尼国（今新疆焉耆）、屈支国（今新疆库车）、跋禄迦国（今新疆阿克苏），翻越凌山（今天山穆素尔岭），沿大清池（今吉尔吉斯斯坦伊塞克湖）西行，来到素叶城（即碎叶城，在今吉尔吉斯斯坦托克马克西

菩萨与弟子 甘肃敦煌莫高窟第320窟西龛内北侧



南），在这里巧遇西突厥叶护可汗，并得到可汗的帮助。

玄奘继续前进，经昭武九姓中的石国、康国、米国、曹国、何国、安国、史国（皆在今乌兹别克斯坦境内），翻越中亚史上著名的铁门（今乌兹别克斯坦南部布兹嘎拉山口），到达睹货逻国（即吐火罗，今阿富汗北境），由此又南行，经大雪山（今兴都库什山），来到迦毕试国（今阿富汗贝格拉姆），东行至健驮罗国（今巴基斯坦白沙瓦城），



玄奘取经图

玄奘从印度取经后返唐的丝卷（敦煌），图为官方僧侣和信徒在路边迎接取经队伍和经书。

进入了印度。

当时的印度小国林立，分为东、西、南、北、中五部分，史称五印度或五天竺。玄奘先到北印度，在那里拜望高僧，巡礼佛教圣地，跋涉数千里，经历十余国，进入恒河流域的中印度。在中印度，历史悠久的摩揭陀国（今印度比哈尔邦）拥有全印度规模最大、长达700年、并居印度千万所寺院之首的那烂陀寺，这是当时全印度的文化中心、玄奘西行求法的目的地。寺中僧徒常有万人，聚集了精通各项学术的精英，还收藏着佛教大、小乘经典、婆罗门教经典及医药、天文、地理、技术等书籍。玄奘在那烂陀寺留学5年，向寺主持、当时印度佛学权威戒贤法师学习《瑜珈论》等，又研究了寺中收藏的佛教典籍，兼学梵文和



大雁塔

慈恩寺位于陕西西安市南郊雁塔村。始建于隋开皇九年(589)，初名无漏寺。唐贞观二十二年(648)，皇太子李治扩建为大慈恩寺。图为大雁塔外景。



印度很多的方言。后到中印度、东印度、南印度、西印度游学，足迹几遍全印度，再返回那烂陀寺，戒贤法师命他为寺内众僧讲解《摄大乘论》等佛典，赢得了极大声誉。

玄奘的学识受到印度僧俗的极大敬重，也引起了许多国王的景仰，其中有羯若鞠阇国的戒日王。戒日王召见玄奘，下令在国都曲女城（今印度卡瑙吉）举行盛大的法会（学术辩论会），命玄奘为论主（主讲人），五印度十八国国王、官员及僧人6000人前来与会，大家倾听玄奘的议论，深为他的精辟而渊博的知识所折服，玄奘因而获得了“大乘天”的尊称，名震五天竺。

贞观十七年（643）春，玄奘谢绝了戒日王和那烂陀寺众僧的挽留，携带657部佛经，取道今巴基斯坦北上，经阿富汗，翻越帕米尔高原，沿塔里木盆地南线回国，两年后回到了阔别已久的首都长安。玄奘此行，行程5万里，历时18年，是一次艰难而又伟大的旅行。

唐太宗得知玄奘回国，在洛阳召见了他，并敦促他将在西域、印度的所见所闻撰写成书。于是玄奘口述，由弟子辩机执笔的《大唐西域记》一书，于贞观二十年（646）7月完成了。

该书以行程为经、地理为纬，记述了玄奘在十多年中经历的当时的110个国家和地区，以及传闻中的28个国家的历史沿革、风土人情、地理交通、气候物产、文化宗教、政治经济等。他所记述的地理范围，西抵伊朗和地中海东岸，南达印度半岛和斯里兰卡，北至中亚南部和阿富汗北部，

《元和郡县图志》

《元和郡县图志》是中国古代地理名著。它是唐代的李吉甫所撰。该书成书于宪宗元和八年(813)，以《贞观十三年大簿》所划全国行政区域、关内、河南、河东、河北、山南、淮南、江南、剑南、岭南、陇右十道及所辖47节镇分篇，篇首为图。记事以府、州为单位，叙述户口、疆界、四至、贡赋。再分述辖县建置、州府里程、山川、河流、名城、古迹、历代大事等，尤其详细记述了垦田、水利设施、工矿盐业、军事防护、兵马配备、关亭寨障。可见作者是从政治、军事的角度着眼的。

该书保存了大量经济地理的资料，是现存最早的地理总志。



《玄奘取经回长安》

此图生动描绘了玄奘取经归来时在长安受到的盛情欢迎。玄奘在唐贞观十九年正月二十五日回到长安时，百姓们都涌上街头，几乎把整个城市都轰动了，一齐来欢迎这位载誉归来的高僧。

东迄中南半岛。此书是研究佛教，研究新疆、中亚、南亚地理和中西交通的珍贵文献。所记屈支（库车）、波谜罗川（帕米尔）、恒逻斯城（江布尔）等，多为史传所不载，有益于西北民族与史地研究。

《大唐西域记》距今已1300多年了。随着时光的流逝，更加显示出这部著作的灿烂光辉。对于具有悠久文明的印度古代地理、宗教而言，此书是基本史料，七世纪前后印度混沌的历史地理，赖此书得以在幽暗中略睹光明、散乱中稍有秩序。该书已有英、日、法等译本。

玄奘是勇敢的，即使没有像《西游记》中三个厉害的徒弟的保护，也能单枪匹马，为求真经，独自西行。

五天竺图

可能是后人仿玄奘所绘的五天竺图的摹本。



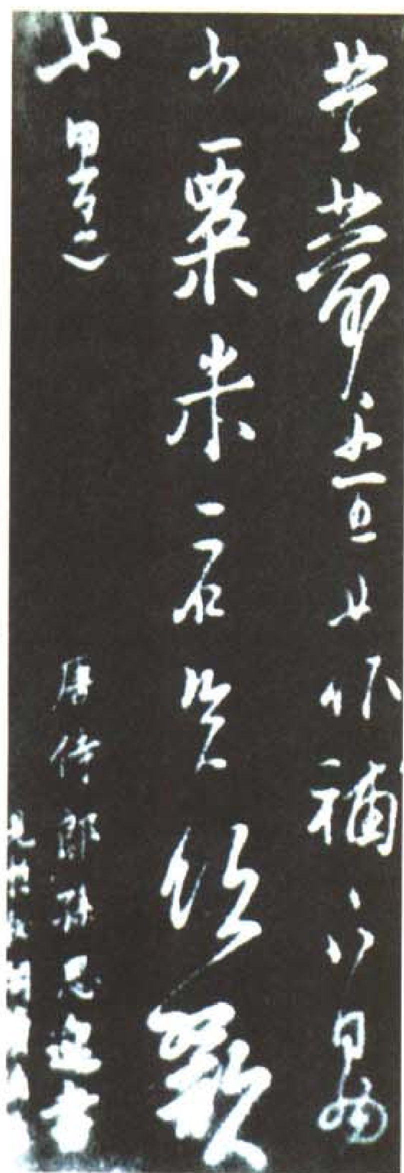
西行求法图



029 “药王”孙思邈与《千金方》



在隋唐时期，有位活了102岁（有的考证活了141岁），人们把他当作“神仙”，同时又被尊称为“药王”的人，就是孙思邈。这位神奇的人物是京兆华原（今陕西耀县孙家塬）人，约生于隋开皇元年（581），卒于唐永淳元年（682）。他从小勤奋好学，7岁读书，每日背1000多字，有“圣童”之称。到了20岁，已精通诸子百家学说，既“善谈庄、老”，又“兼好释典”，学问非常渊博。隋文帝诏他为国子博士，唐太宗授他以爵位，唐高宗拜他为谏议大夫，他都固辞不受，甘愿做一个民间医生。他小时候，体弱多病，要经常请医生诊治，“汤药之资，罄尽家产”。周围贫苦百姓，也跟他一样，因患病穷困不堪，有的竟得不到治疗而悲惨死去这些事，使他感到：“人命至重，有贵千金。一方济之，德逾于此”（《千金要方》自序）。因此，他18岁开始，就



孙思邈手迹



鎏金孙思邈坐像

铜质。高10.5cm，宽7.5cm。孙思邈(581-682)，唐京兆华原人，唐代著名医学家，被后人尊称为药王。著有《千金方》。

“志于学医”，并下了很大的苦功，所谓“青衿（古学子所穿的衣，后称入学的生员）之岁，高尚兹典。白首之年，未尝释卷”（《千金要方》自序）。经过这样长期刻苦的钻研，他的医学造诣很深，成为隋唐时期医药界的佼佼者。宋代林亿称道：“唐世孙思邈出，诚一代之良医也”。

《千金药方》书影

孙氏的医德亦是亘古模范。他在《大医精诚论》中说，医生治病必须专心致志，不能草率从事；病人不论贵贱、贫富、长幼、丑美、聪愚，不论亲友故旧，山野乡民，皆应视如亲人，一律看待；出诊应不避艰难，不辞寒暑，全力赴救；断病应不瞻前顾后，不自度吉凶，实事求是地判断；对酬资不能恃己所长，专心经略财务；治好了难症，不应昂首戴面，自谓天下无双，应持谦虚谨慎的态度；对传染病人和脏臭之症，不应厌弃，患疮痍下痢，臭秽不可视，人所恶见的麻风病人，他莫不一一亲自抚养。这些崇高的医德至今仍是从医者的座右铭。

孙氏特别重视妇幼保健，是创建妇科的先驱。他在《千金要方》中首例妇科三卷，儿科一卷，把妇儿科放在突出的地位。他还打破当时医学界“各承一业”的陋习，主张用综合疗法治病。他说：“良医之道，必先诊脉处方，次即针灸，内外相扶，病必当愈”。他本人用药、用针、用灸都很精熟，对病人，不问“贵贱贫富”，不分“昼夜寒暑，饥渴疲劳，一心赶救”。一次，他在路上看到几个人抬着棺材在前面走，从棺材里滴出几点鲜血，后边跟着一个老婆婆，伤心地大哭。这种情况引起他的注意。一问，才知道棺材里的“死人”是老婆婆难产刚死的独生女儿。他告诉老婆婆，产妇并没有死。于是开棺抢救。一看，产妇脸色蜡黄，一丝血色也没有，同死人无异，但一摸脉搏还在微微的跳动。孙思邈选定穴位，只扎了一针，不一会，产妇就苏醒过来，胎儿也顺利下产。眼看母子得救，大家十分感激，齐声称赞他的医术高明。《历代名医图赞》称道：“唐孙真人，方药绝伦，扶危拯弱，应效如神”（《本草蒙筌》）。

由于孙思邈结合实践，虚心地广泛地学习各家之长，所以医学水平很高，有许多独特的贡献。



洗药房

《诸病源候论》

《诸病源候论》是由隋朝巢元方等撰写于大业六年(610)。共50卷，全书内容丰富，涉及的范围广泛，除一般内科外，在传染病、寄生虫病、妇科病、儿科病、外科手术等方面，有不少精辟的论述，共计67门，列证候论1720条。本书还系统地总结了隋以前的医学成就，对于中医极具特色的"病源学"和"证候学"进行了精细、准确的分类与描述，其内容十分周到、全面，以至于在其后的几千年中，该书仍是最完备、最详细的病因学和证候学专著。对于临床辨证施治极具指导意义，备受历代中医学家的重视。

其中，对脚气病的治疗最为擅长。脚气病是由于人体缺乏维生素B引起的。这种病多少年来折磨着江南一带群众。孙思邈在学习前人和总结群众经验的基础上，经过长期探索，终于提出一个有奇效而又简便的防治方案，那就是用防己、细辛、犀角、蓖麻叶、蜀椒、防风、吴茱萸等含有维生素B的药物来治疗，用含有维生素B的谷皮（楮树皮）煮汤调粥常服来预防，这在世界医学史也是非常先进的。欧洲于公元1642年，开始作脚气病的研究，而孙思邈早在公元600年左右，已经详加论述，并掌握了正确的防治方法，比欧洲早了整整1000年。

孙思邈在有生之年为医药事业做出了重大的贡献，临终时，却遗嘱"薄葬，不藏明器，祭去牲牢"。这种精神是很可贵的。他深受人民的爱戴和敬仰。他的家乡人民给他修庙立碑，把他隐居过的"五台山"改名为"药王山"。山上至今保留有许多有关孙思邈的古迹，如"药王庙"、"拜真台"、"太玄洞"、"千金宝要碑"、"洗药池"等。这也说明历代人民对他的感情是多么深厚。

孙思邈的传世之作《千金方》是《千金要方》和《千金翼方》的简称，《千金要方》（又称《备急千金要方》），大约成书于唐永徽三年（652）；《千金翼方》约成书于唐永隆二年（681），因"千

金”一词，来自“人命至重，有贵千金。一方济之，德逾于此”。“翼方”一词，是因两书“相辅相济，比翼双飞”而得名。

《千金要方》30卷，分为232门，包括“脏腑之论，针灸之法，脉证之辨，食治之宜，始妇人而次婴孺，先脚气而后中风、伤寒、痈疽、消渴、水肿、七窍之、五石之毒、备急之方、养性之术。”（见《千金要方·自序》）所以，它不是一本方书，而是一部综合性医著。载方5300个，包括大量民间药方和历代医学文献的配方，少数民族的单方、验方和外国传入的治病医伤、保健之术。它又是继承往昔，收录中外的总结性著作。

《千金翼方》也是30卷，主要论述本草、伤寒、中风、杂病，以补充《千金要方》的不足，还收录和整理了《伤寒杂病论》的遗文。

《千金翼方》对药物的采集方法和时节特别重视，它指出药采取不知时节，不注意阴干、暴干，虽有药名，终无药实。对233种药物列出了采集时节。对产药的土质、气候也很重视，书中专有“药出州土”一栏，列出每种药品的产地。书中共载药物873种。孙思邈因此被尊为药王。



药王孙思邈像

孙思邈拜师

有一次，唐太宗患病，太医们束手无策。于是，太宗传旨召孙思邈进宫。孙思邈为唐太宗诊过脉，开了药方。一剂下去，不见起色，又服一剂，仍不见效。唐太宗没有责怪他，让他先回家去。孙思邈心里很不痛快，行走了半天，他来到一座山下，向山民讨口水喝。这户山民只有姐妹俩，以卖药材为生。她们对这位远来的客人很热情，姐姐用黄色花为他冲了一碗金花茶，妹妹用白色花为他冲了一碗银花茶。孙思邈每样茶喝一口，觉得味甘清淡，止渴清热，就说：“这两种花都可以入药。”姐妹二人听罢，笑了起来。姐姐解释说：“这两种药是同一种药，刚开时白色，盛开时变黄，它叫金银花。莫说你，就是孙思邈也不认真假药呢，这次他在万岁爷面前丢尽了面子。我们进城卖药，那些太监把我们的药全都拿走，只给一点点钱。我们气不过，就用假药骗他们，为此连孙思邈也治不好万岁爷的病。”孙思邈听罢，恍然大悟，当下“亮明”了自己身份，拜两位山姑为师，跟她们学习采药、制药，了解各种药性。然后，他采了些新鲜药回宫，一剂就把唐太宗的病治好了。唐太宗接受了他的忠告，要太监上市买卖公平，并封孙思邈为“药王”。

后来，“药王”以金银花为“君”；甘草、生地、桔梗为“臣”，配制成“甘桔汤”方剂。至今，凡中医师开“甘桔汤”，都会自然而然想起虚心好学的“药王”孙思邈。

《千金要方》曾传入日本、朝鲜。10世纪时，日本丹波康赖参考该书编写了《医心方》；15世纪朝鲜的金礼蒙参考该书编写了《医方类聚》。

孙思邈是中国历史上一座伟岸的丰碑。他是大医，他是药王，他是养生保健学说之集大成者与实践者，他开创了中医药学史上的许多个第一。他的崇高品德、精湛医术、渊博学识、丰硕著述与卓越成就，赢得了当时与后来千百万人民的爱戴与敬仰。

030 国家药典

唐《新修本草》



唐朝的文化，灿烂辉煌，不仅在中国，而且在世界文化发展史上，都占有重要地位。

就药物而言，唐朝时期新药品种不断增加，外来药物使用经验日益丰富。而当时被医家奉为用药指南的《本草经集注》，在内容方面存在着："防葵狼毒，妄曰同根；钩吻黄精，引为连类；铅锡莫辨，橙柚不分"等相当严重错误。而且旧草本是卷子本，共21卷，除序例外，以玉石、草木、兽禽、虫鱼、果菜、米谷等分类，共收集药品859种，但并注意药物实际形态。

彩绘陶熏炉

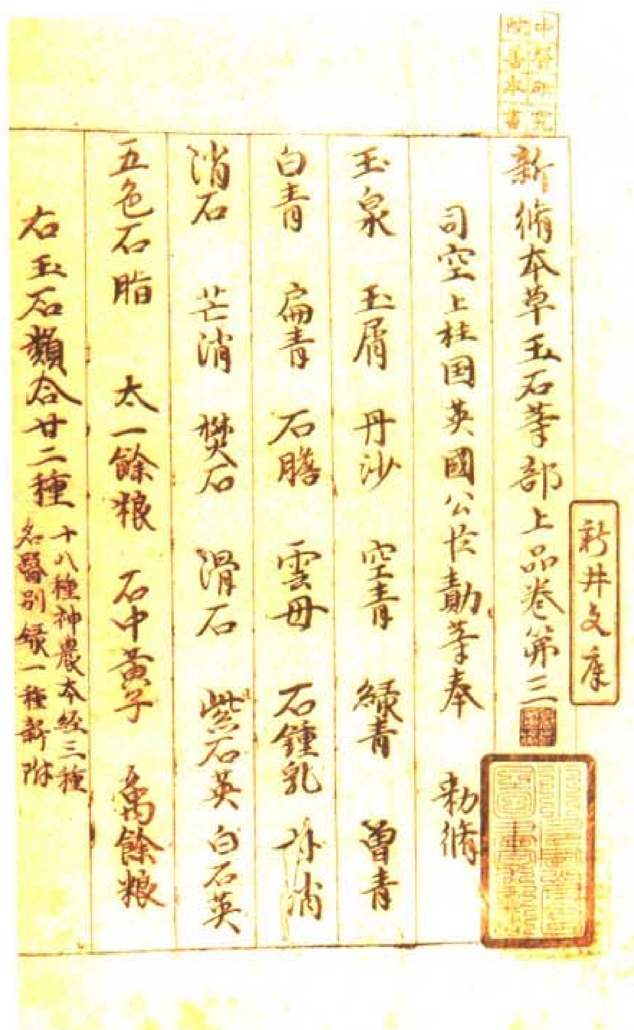
西汉。1972年湖南长沙马王堆一号汉墓出土。炉罩系竹编，上贴细绢，可使香气均匀扩散于空气中，也可将衣物等置罩上熏之。出土时炉内尚有未燃尽的高良姜、辛夷、藁本等香料药物。

提梁银锅 唐代煎药用具。



在这样的情况下，用药也十分混乱。为了改变这种状况，医药学家苏敬在个人修订本草的基础上，于高宗显庆二年（657）上书请求朝廷编修新的本草。苏恭的请求得到唐高宗的赞同，并指





新脩本草玉石等部上品卷第三

司空上柱国英國公臣勣等奉 勅脩

玉泉 玉屑 丹沙 空青 綠青 曾青

白青 扁青 石膽 雲母 石鐘乳 朴消

消石 芒消 礬石 滑石 紫石英 白石英

五色石脂 太一餘粮 石中黃子 禹餘粮

右玉石類合廿二種 十八種神農本經三種名醫別錄一種新附

《新修本草》书影



新修本草

唐苏敬等编撰，日本的影印本。这是中国第一部由政府编修的药典，唐显庆四年(659)颁行。

派长孙无忌、许孝崇、李淳风等22人与苏敬一起集体修订新本草。

为了编好这部书，朝廷命令天下郡县将所产地道药材按实物绘描成图，与标本一并送上。同时制定了统一收录删节的原则，即："《内经》虽阙，有验必录；《(名医)别录》虽存，无稽必正。"此外，还要求"下询众议"，"定群言得失"，征询各方面的意见。经过举国上下共同努力，于显庆四年（659）完成了修订任务，定书名为《新修本草》。

全书分为正文、药图和图经3部分，其中正文20卷，目录1卷，药图7卷、目录1卷，图经25卷。《新修本草》正文是在《本草经集注》基础上进一步增补了隋唐以来的一些新药品种，并重加修订改编而成。分为玉石、草、木、禽兽、虫鱼、果、菜、米谷及有名未用等9类。共收药850种；《新修本草图》和《新修本草图经》是在编写该书时广泛征集全国各地所产药物绘制的形态图及文字说明。该书正文记述各种药的药性味、主治及用法；图经部分则是药物的形态、采药及炮炙方法。

《颅囟经》

托名周穆王时师巫所传，另一说为东汉卫讯撰，学术界传统看法是成书于隋唐时期的儿科专著。对小儿脉法、治疗进行了系统论述，对病源、病症、疳痢、丹火也有诊治记载，是现存最早的儿科专著，有《当归草堂医学丛书》本，内容是从《永乐大典》辑出。

《经效产宝》

唐代昝殷著于大中六年(852)。上卷论述妇产期疾病和治疗，包括安胎、食忌、恶阻、胎动不安、漏胞、下血等，产中之病介绍了横产、倒产等。中卷、下卷论产后诸病，包括中风、烦闷、淋浊、下痢、血晕、缺乳、乳痈等。为现存第一部产科专书。对妊娠反映、流产原因的论述较科学，血晕急救法有实用意义，多数医方简单明了，较为实用。

书中保存了一些古本草的原文，系统总结了唐以前药物学成就。唐代以后，该书正文收录于《证类本草》等书中，本草图及图经部分则早已亡佚。后代所发现的该书较古的传抄卷子本，主要有日本仁和寺藏本的残卷共10卷，又补辑1卷（有影印本）以及敦煌出土的两种残卷片断。有该书辑佚本。

《新修本草》是我国也是世界上第一部由国家正式颁布的药典性专著。它比欧洲最早的《佛罗伦萨药典》（1498年出版）早839年，比1535年颁发的世界医学史上有名的《纽伦堡药典》早876年，比俄罗斯第一部国家药典（1778年颁行）早了1119年。它系统地总结了唐代以前本草学的成就，内容丰富，图文并茂，成为约束医生、药商的标准药物学著作，具有很高的权威性和实用性，亦为此后五代、后蜀及宋代的官修本草提供了补订的蓝本。

《仙授理伤续断秘方》

蔺道人著，约成书于841年至846年间。全书载方40多个，采用洗、贴、掺、揩、内服等疗法，总结了伤科用药的基本原则，是现存最早的伤科专书。

对一般骨折采取复位后用衬垫固定，并注意关节活动的疗法；对穿破骨折采用扩大伤口，煎水洗净，缝合包扎的方法，并不许着风水，以防感染；对肩关节脱臼采用椅背复位法，都是很科学的。现在处理陈旧性脱臼的"改良危氏法"，就是在该书基础上发展而来。

唐朝各科专书的出现，说明了医学已向纵深发展，医药治疗更趋精深。

《本草经集注》

由南北朝时期的陶弘景所编撰，成书时间大约为5世纪末至6世纪初。陶弘景生活于南北朝对峙的江南地区，这使他在医药上的所见所闻，也有很大的局限性。《本草经集注》记载的药物虽然有730种，但北方地区的药物很少，并且还存在着不少错误之处。

该书问世后，在国内外都产生了较大的影响，被唐政府列为医学生的必修之书。此书后传入日本，日本律令《延喜式》记载："凡医生皆读苏敬《新修本草》"。也为日本的药物学发展做出了贡献。



得医图

唐。壁画。采自敦煌莫高窟第217窟。根据《妙法莲花经·第22卷》中的"如病得医"四字描绘的医疗场景。

唐代的本草，还有孟诜（621–714）的《食疗本草》，先取食物药214种，后来经过他的弟子刘鼎的增补，全书增到227条，是我国第一部食治性专书。在食物鉴定、药性分析上有一定贡献。另外李珣的《海药本草》主要论述从国外引进的药物。兰茂所著的《滇南本草》主要记载云南地方产的药。书中纯属少数民族药322种，占全书65%。

唐朝先进的医术对后世产生了深远的影响。

031 唐代官办算学教育



算学发展至今已经是一个分科细腻、系统庞大的强大学科体系，在现代的科学发展中随处可见数学的曼妙身影。在我国，人们历来喜爱并且擅长数学，而且十分重视数学教育的，这也可以说是中国古代取得诸多数学研究成果的基础。从西周起开设的传统教学科目“六艺”中就有“数”，把它看作一种技艺。

北魏在公元455年至500年间就开设过“算学”，但由于史料不全，人们不知其详。



十八学士图

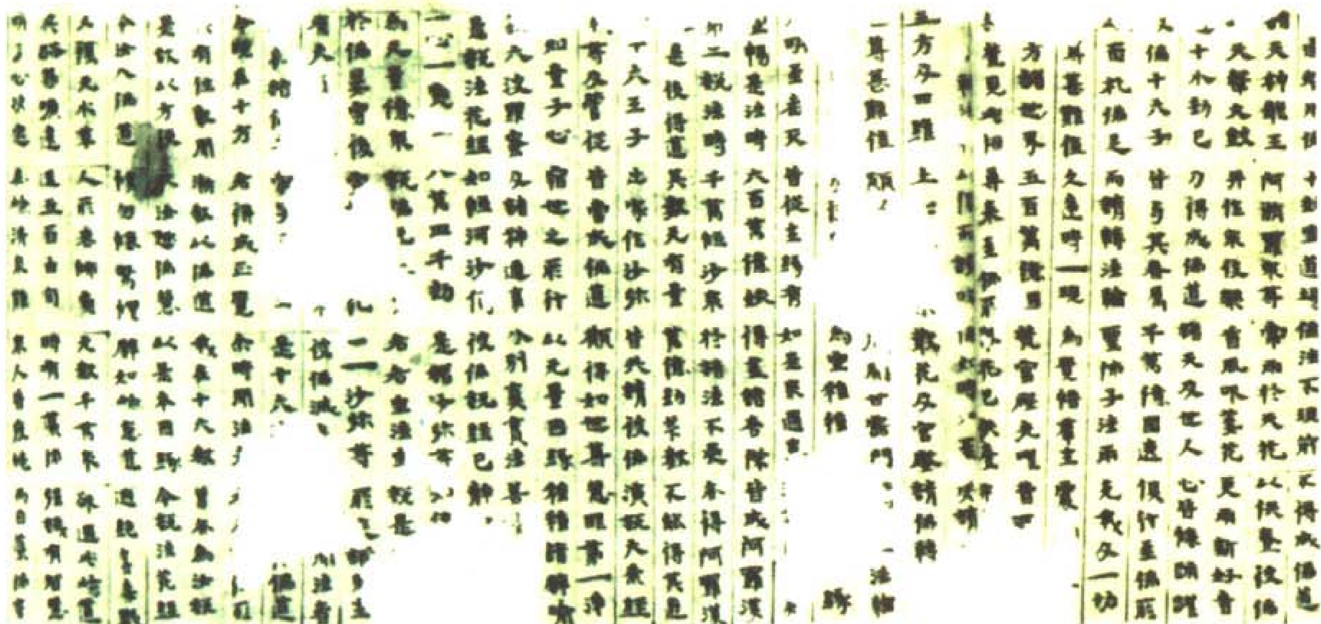
唐代文学馆。收聘贤才以杜如晦、房玄龄、于志宁、苏世长、薛收、诸亮、姚思廉、陆德明、孔颖达、李玄道、李守素、虞世南、蔡允恭、颜相时、许敬宗、薛元敬、盖文达、苏勖十八人为学士。

迄今为止，所知的有确切历史记载的“算学”出现在隋朝。隋建国（581）伊始，就设立国子寺（607年改称国子监）作为专门的教育行政部门，同时也是最高学术研究机构和中央国立大学。这是中国历史上首次出现独立的教育行政部门。国子寺（监）设国子学、太学、四门学、书学和算学。前三者是普通教育，主学经学，后两者是专科教育。算学是中国古代独特的专修数学的学校，类比于现代，可以视为数学专科学校。隋代规定，算学设“博士”（授讲教师）2人，“助教”（辅导教师）2人，学生80人。

唐代全面继承和发展了隋代的制度，关于国子监的制度也得到进一步的发展，主要是扩大学校的规模，完善学校的有关制度。唐初，国子监设7种学校，有国子学、太学、四门学、广文馆（都是普通经学学校），律学（法学专科）、书学（书法专科）和算学（数学专科），对各种学校的招生、毕业等都有具体规定，对教学也有详细的安排。唐代算学规定有“博士”2人，学生30人，30名学生分两个“专业”施教，每个专业15个人，学制6至7年。《唐六典》中有“算学博士掌教文武官八品以下及

庶人子之为生者”的记载，这说明国子监算学生来自下级官吏和一般比较富裕人家的子弟。进入算学馆的学生实行分科学习，课程分两部分，一部分是《孙子算经》《五曹算经》，限1年学完，《九章算术》《海岛算经》共3年学完，《张邱建算经》《夏侯阳算经》各1年学完，《周髀》《五算经》共1年学完，前后共7年；另一部分是《缀术》学4年，《缉古》学3年，也是7年毕业。两个专业同时都学习《数术记遗》和《三等数》。除共同学的那两种外的10种后来称为《算经十书》，是当时的朝廷组织编辑注释的古代及当代的数学著作，然后由皇帝诏令颁行为数学教科书。这在教育史上是很独特的。

还有两点也很独特，一是考试制度，一是毕业出路。算学入学时不考试，由主管机构按家庭出身选送，但入学后，考试又多又严格，每隔一定时间要考一次试，如有旬试、月试、季试和岁试等。算学每旬放假一天，假前一天考试，称为旬试，由主讲“博士”主持。后因旬试每旬一次，太频繁，师生负担过重而废除。每月终考一次，称为月试；每季度考一次，称为季试。每年终时进行的岁试是相对重要的考试，岁试成绩决定了学生的去留，如果连续3年考试“下等”，则算学除名。当然，对学生来说，最重要的还是毕业试，此试由国子监领导主持，考试方法主要采用“帖读”和“问义”两种。所谓“帖读”指的是按教材原文填空，任意翻开教材的一页，挡住两边，先空出一行字，再于其中“帖”住3至6个字，叫学生写出来。《数学记遗》和《三等数》两教材，用这种方法考试，一般出10个空，填对9个为及格。所谓“问义”，指一种简单的对教材问题的问答、笔答。要求是“明数造术，详明数理”，可以说是既要求掌握运算法则、具有运算能力，又要求通晓基本原理，从而包括了知识、能力两方面的要求。考试的帖读，两个专业一样，问义则每个专业按不同教材分别进行，一共10个问题，第一个专业在《九章算术》中出3个题，其余7种教材每种中出1个题；第二个专业在《缀术》中出7个题，《缉古算经》中出3个题，10个题做对6个为及格（岁试做对5个及以下为“下等”，6个以上为“中等”，8个以上为“上等”）。算学学生毕业考核及格（称为“中式”）则按规定可以直接参加科举考试之一——明算科考的礼部试（复试），而免予参加初试——乡试。唐代明算科举及第



唐残字纸　1928年新疆吐鲁番哈拉和卓旧城出土。

香囊

西汉。1972年湖南长沙马王堆一号汉墓出土。丝质。左为信期绣香囊，右为香色罗香囊。当时妇女随身佩带，取其芳香之气，或曰有避疫作用。



(及格、中式) 即取得做官资格，再经吏部考核合格则可授“从九品下”的官职。

唐朝在我国历史上第一次推行按行政区设立地方官学。古书《通典》有个统计数字，说天宝年间全国州县学校学生达67100人，这充分证明封建教育已发展到一个新高峰。与此同时，私塾也纷纷建立，私塾中不仅学识字、写字，也学一点算术，使算学教育在民间也繁荣起来。

唐朝算学教育比较普及的一个有趣故事发生在公元855年前后。据《唐阙史》记载，青州有两个小吏需要提升一个。然而这两个人的职务、工作年限及档案中的评语几乎完全相同，收集周围的反映也差不多，应当提拔谁呢？负责这项工作的官员大伤脑筋，便去请示他们的上司青州尚书杨损。杨损说，一个小吏的最大优点之一就是能熟练进行计算，我出一道数学题，二人之中谁先得到正确的答案就提升谁。他出的题目是：有人在树林间夕阳小路上散步，无意中听到一些盗贼在树中讨论怎样分配偷来的布匹。他们说，如果每人分六匹，就会余下五匹，如果每人分七匹又短少八匹，问林中有多少盗贼，多少布匹？杨损出题后就命令两个小吏在大厅前的石阶上用算筹（古代小木棍一类计算工具）进行计算。不一会儿，其中一个首先得出正确答案，他被提升了，众官员无人表示异议，很称赞这种用人方法。史书杨损是一个“政令颇肃”，不徇私情的官员。他有较高的文化知识，居高官又“采于舆论”，实行业务考核量才录用下面的官吏，这在当时历史条件下确是难能可贵的。

算学在唐代的发展所说具有首创性，但是其发展道路却是相当的坎坷。显庆三年 (658)，废算学馆，龙朔二年 (662) 重设，学生减为10人。而国子学馆为300人，太学500人，四门学500人。当时重经史，轻科学的风习是多么严重。对致力数学的人待遇也极低，算学博士为从九品下，国子博士却是正五品，到了晚唐，明算的考试也停止了。因而这对算学的发展不能不说是一个巨大挫折。但是唐朝开官办算学的先风，为宋朝的算学大发展打下了良好的基础。

算经十书

唐代国子监内设立算学馆，置博士、助教指导学生学习数学，规定《周髀算经》《九章算术》《孙子算经》《五曹算经》《夏侯阳算经》《张丘建算经》《海岛算经》《五经算术》、《缀术》《缉古算经》十部算经为课本，用以进行数学教育和考试，后世通称为算经十书。算经十书是中国汉唐千余年间陆续出现的十部数学著作。北宋时期(1084年)，曾将一部算经刊刻发行，这是世界上最早的印刷本数学书。

032 最早的医学院 唐代太医署



我国的医学教育自医药创始起，历来是家传师授。到刘宋王朝元嘉二十年（443）太医令秦承祖奏请“设置医学，以广教授”，宋文帝刘义隆采纳了这个建议，设置了太医博士、太医助教等医官，传授医学。由此医学教育中打破师授家传的传统，出现了社会组织形式的医学教育，开创了国家医学教育机构的萌芽。

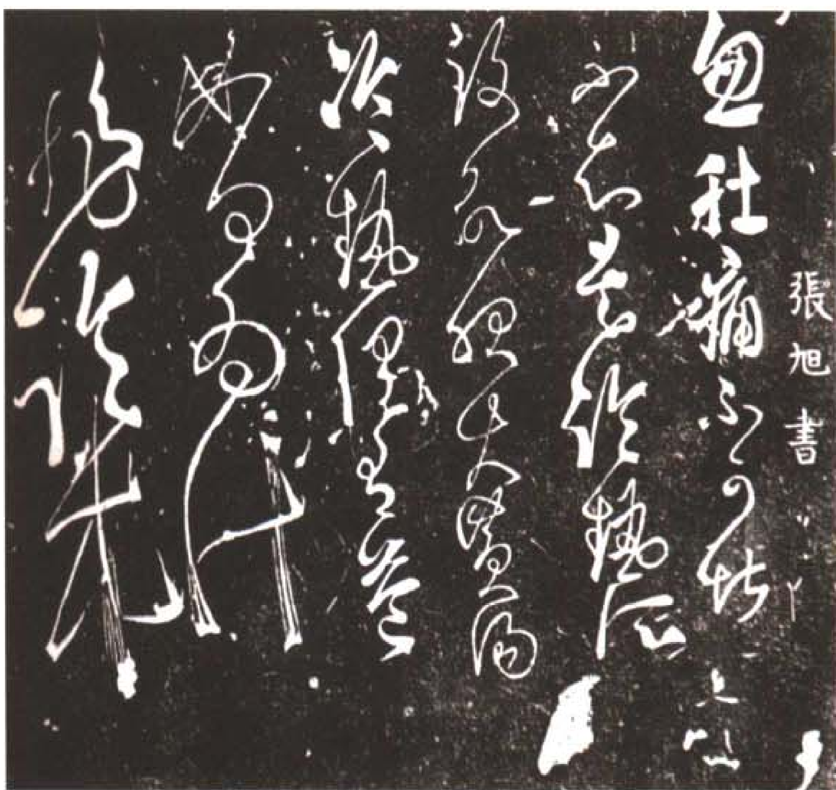
隋开皇以后，国家的医政管理制度及医学教育机构有所进步。隋朝初年，政府创办“太医署”，这是世界上最早由国家开办的医学院。隋“太医署”直属太常寺领导。“太常寺”掌管当时礼乐、郊庙、社稷等一些事务。隋“太医署”设有主药2人，医师200人，药园师2人，医博士2人，助教2人，按摩博士2人，咒禁博士2人。但是隋“太医署”的规模不大，设置不全，主要是一些太医们集中在一起办公的地方，相当于现在的医学教育行政机构，没有学生，所以只能算是医学校的初级阶段，并不能算正规的医学校。

唐太宗贞观三年（629），下令各府州也分设“医学”，置有规模不等的医科教学机构。这样，从中央到地方形成了一个完整的医学教育体系。各地医学校情况如下：

1.在京兆（首都及其周围直辖地区）及河南（指洛阳）、太原等

《外台秘要》

又名《外台秘要方》。由王焘于唐代天宝十一载（752）撰写的由文献辑录而成的综合性医书。本书汇集了初唐及唐以前的医学著作，对医学文献进行大量的整理工作，使前人的理论研究与治疗方案全面系统地结合起来。全书共有40卷，分成1104门，都是先论后方，载方6000余个。所包括的疾病，可分成内科、外科、骨科、妇产科、小儿科、五官科、皮肤科以及中毒、急救、螯咬伤等。论著详尽，次序井然。在对疾病的认识和治疗方面，有了许多新的成就。凡书中引用书籍都详细注明出处，保存大量唐以前医学文献，为研究中国医疗技术史及发掘中医宝库提供了极为宝贵的资料和考察依据。



张旭肚痛拓帖片

《医心方》中"鉴上人方"书影

府，各有医学生20人，设医学博士和助教各一人负责教学（下同，但下州因学生人数少，均不设助教）。

2.凡大都督府、中都督府所在地，各有医学生15人；下都督府所在地，有医学生12人。

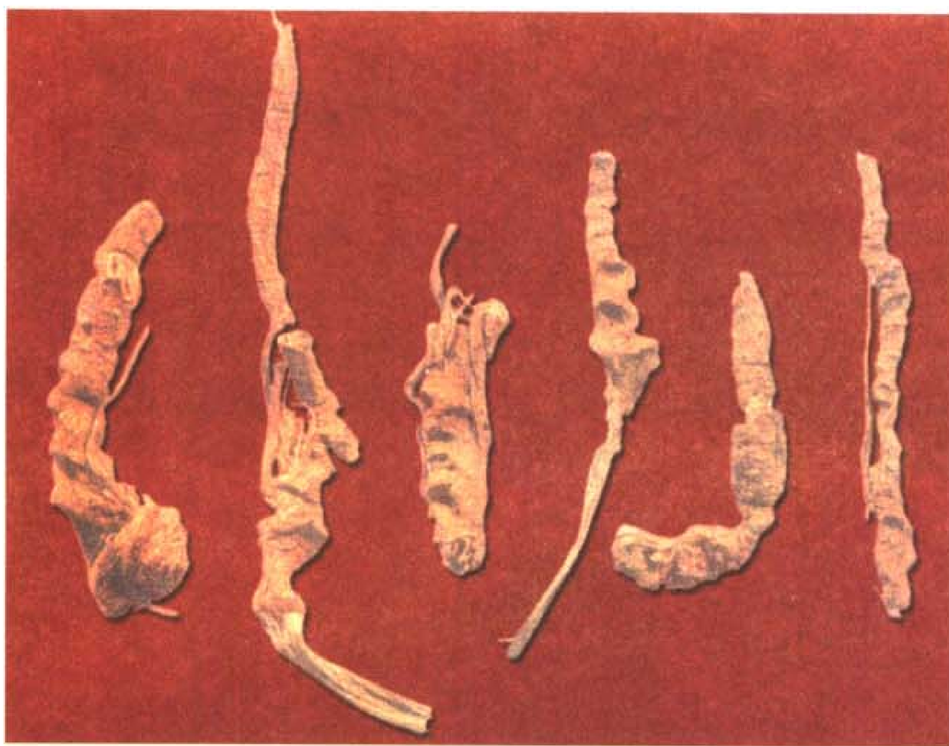
3.凡各州中的上州有医学生15人，中州有医学生12人，下州有医学生10人。各地的医学博士，除负责教授学生之外，还要兼管当地的医疗工作。唐玄宗开元二十七年（739）曾下令各府、州的医学生要到所在地区进行"巡疗"。当时，担任教学工作的各科博士及助教，地位都比较高。如太医署的首长太医令是从七品下，副职太医丞是从八品下，而医博士是正八品上，助教则为从九品上。这对鼓励教学，促进医学教育的发展，起了积极的推动作用。

唐代武德七年（624），在长安建立太医署。这是由国家举办的第一座医科学校，也是世界上第一座医科学校。公元701年，日本文武天皇的《大宝律令》，规定了医学教育，并完全采纳唐太医署的制度。欧洲最早的医学校是872年意大利成立的撒勒诺医校。唐代太医署既是医学院又是宫廷医院。

太医署最高领导为太医令，副手为太医丞，令、丞各二人。下设医、针、按摩、咒禁四部，医部又分体疗（内科、七年制）、少小（儿科、五

银药盒



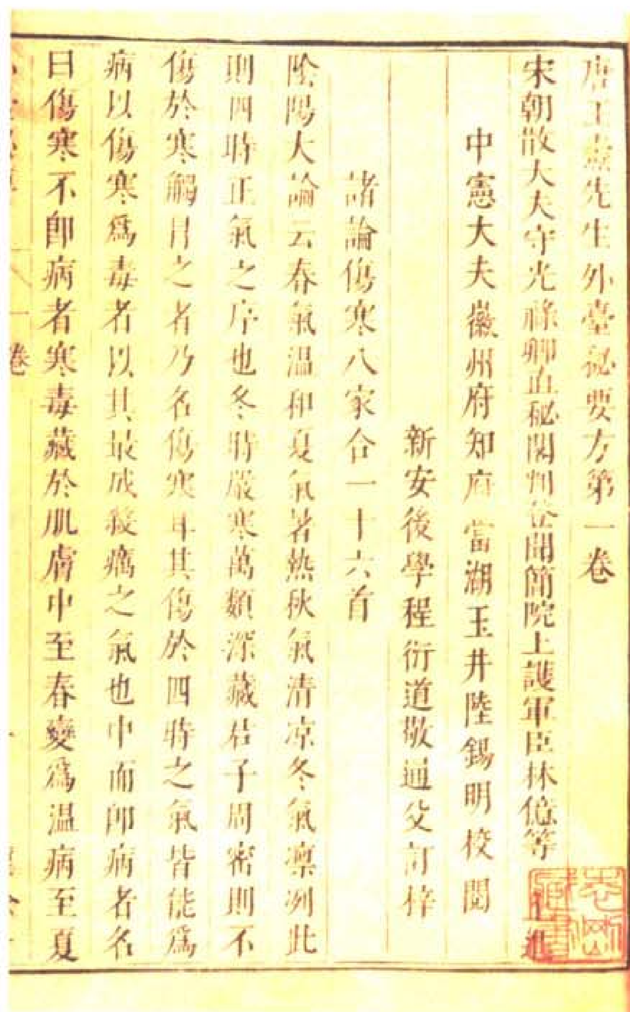


唐代药物——人参

年制)、疮肿（外科、五年制)、耳目口齿（五官口腔科、四年制)、角法（拔灌子之类、三年）五科。每部设博士1人，医、针二部设助教各1人。下设医师46人，医工144人，学生85人，典药2人，计师生员工340人。太医署上归太常寺领导，下附设药园。太常寺主管礼仪、宗庙、祭祀。药园设有药师、药园生，有“良田三顷”，是实验药田。

唐代太医署医学教育的课程安排和专业设置是相当先进和完备的。课程设置有基础理论课，读《内经》、《神农本草经》、《针经》、《脉诀》、《甲乙经》，同时学习临证各科。也学药物栽培和识别。以医科为例，医学生入学后，经过基本理论课程的学习，便分专业进行专门技能的训练。据《唐六典》载：“诸生既读诸经，乃分业教习。率二十人，以十一人学体疗，三人学疮肿，三人学少小，二人学耳目口齿，一人学角法。体疗者七年成，少小及疮肿五年，耳目口齿之疾并角法二年成”。“体疗”相当于内科及妇科。“疮肿”即外科，“少小”为儿科，“耳目口齿”属五官科，“角法”类似于拔火罐之类的特殊疗法。从上述引文可以看出，其专业设置、生员人数及学习年限，都根据临床需要和学习的难易程度考虑，充分体现了教学计划的严谨和合理。

唐代太医署的考试制度同样很严格。医学生的入学考试录取方法，一如“国子监”（见《新唐书·百官志》）。入学后随教学进程考试，平时由各科博士月考一次，太医令则负责季考一次，太医署的上级主管部门



唐王燾先生外臺祕要方第一卷

宋朝散大夫守光祿卿直祕閣判登聞簡院上護軍臣林億等上進

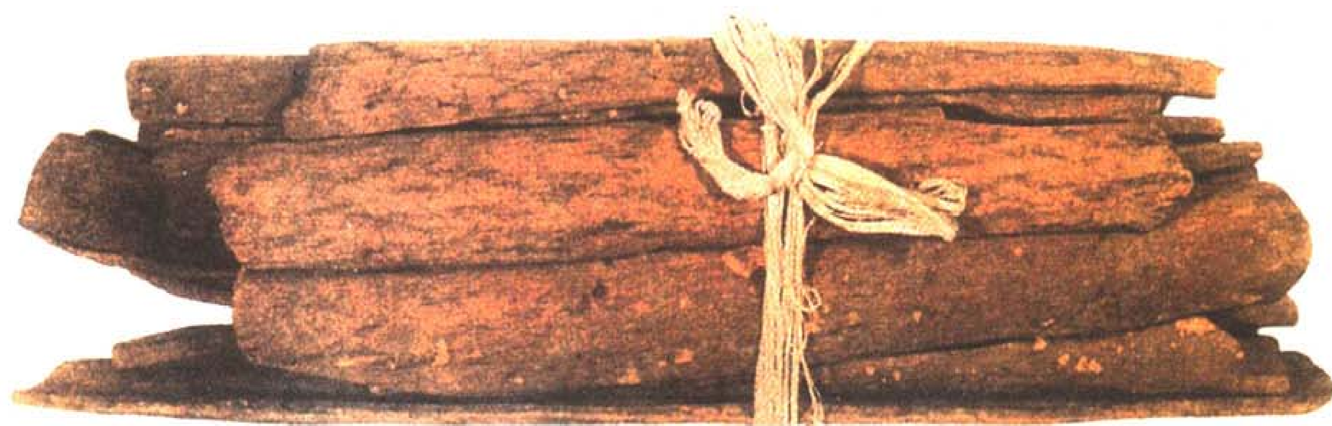
中憲大夫徽州府知府當湖王井陸錫明校閱

新安後學程衍道敬通父訂梓

諸論傷寒八家合一十六首

陰陽大論云春氣溫和夏氣暑熱秋氣清凉冬氣凜洌此則四時正氣之序也冬時嚴寒萬類深藏君子固密則不傷於寒觸冒之者乃名傷寒耳其傷於四時之氣皆能爲病以傷寒爲毒者以其最成殺厲之氣也中而即病者名曰傷寒不即病者寒毒藏於肌膚中至春變爲溫病至夏

《外台密要》书影





日本正仓院藏唐代药物

太常寺则组织年终总考。根据考试的成绩，决定学员的升迁和降黜："若业术过于见任官者，即听补替；其在学九年无成者，退从本色。"（见《唐六典》卷十四）同时，这一考核制度也适用于教学辅导人员，"凡医师、医工、医正疗人疾病，以其全多少而书之以为考课"（见《旧唐书·百官志》）。这种严格的考试制度，有利于调动师生的积极性，提高教学质量。其优胜劣汰的结果，可以保证国家最高学府保持医疗教学始终领先的地位。

唐代药物——五色龙齿



从上可见唐代的医学教育已很完善，为以后历代的医学教育打下了基础。但太医署的教育目的，只是培养御用医师，而广大民众还是靠家传师授的民间医生治疗。

唐代科学教育体制的确立，是其政治、经济、文化高度发达和科举制度日益完备的产物。它在世界医学史上也具领先地位，比西方最早的医科学校——意大利的萨勒诺医学校至少要早200多年，影响远及朝鲜、日本等国，在中外医学交流史上留下了光辉的一页。

033 稼穑的成熟之作
曲辕犁



对于泱泱农业大国来说，在农业生产发展的进程中，生产工具的革新是农业生产力提高的重要标志。犁这一生产工具在中国的使用是很早的，早在父系氏族龙山文化后期，已有人力拉的三角石犁；甲骨文也有了犁字；文献资料以《山海经》最早："后稷之孙曰叔均，始作耕。"注文："用牛耕也。"《格致镜原》也说："则耕之用牛，自叔均始矣。"意思就是在传说中最初有后稷的孙子叔均发明了犁。最初的犁铧用木、骨、石、蚌，春秋时有了铁犁冠，秦汉有了全铁犁铧。赵过发明了二牛三人的耦犁，是始扛式的直辕（直辕犁是中国古代所使用的一种犁，出现于西汉，由耒耜发展而成，组成部分包括犁辕、犁剑、犁床、犁梢等，其特征是犁辕是直的）。唐代以前，犁有了两次大进步:第一是犁壁的产生，没有犁壁的犁只能翻土，不能碎土、松土和起垄。山东安丘、河南中牟、西安、咸阳等地都有西汉铁犁壁出土。欧洲犁壁比我国晚了1000年，诞生于11世纪。第二是犁箭的发明，它可以控制犁铧入土的深浅。从江苏睢宁双沟东汉画像石牛耕图、陕西饶德东汉画像石牛耕图可知，犁箭完成于东汉。

犁在普遍使用前，耒耜是主要耕作工具。使



骨耜使用示意图

用畜力牵引的耕犁从春秋战国才开始逐渐在一些地方普及使用。汉代耕犁已基本定型，但汉代的犁是长直辕犁，耕地时回头转弯不够灵活，起土



曲辕犁

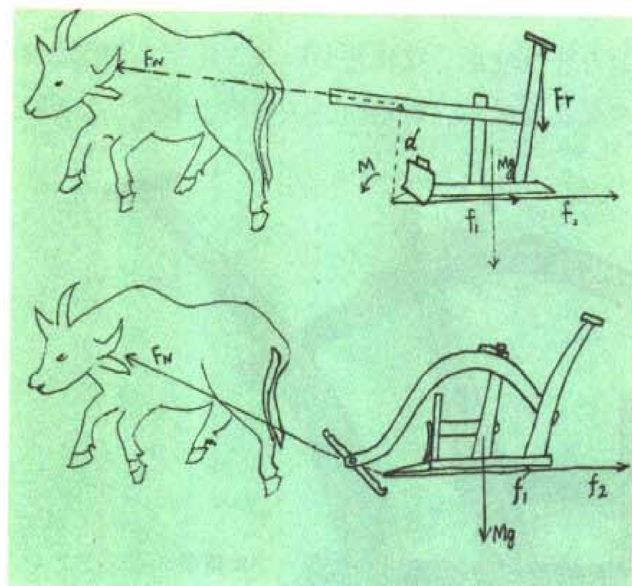




费力，效率不很高；北魏贾思勰的《齐民要术》中提到长曲辕犁和“蔚犁”，但因记载不详，只能推测为短辕犁；唐代初期进一步出现了长曲辕犁。转动灵活的“蔚犁”的问世和长曲辕犁的出现为江东犁的最终形成奠定了基础。其优点是操作时犁身可以摆动，富有机动性，便于深耕，且轻巧柔便，利于回旋，适宜江南地区水田面积小的特点，因此曲辕犁最早出现于江东地区，也称江东犁，它的出现是我国耕作农具成熟的标志。敦煌莫高窟第445窟的壁画中有曲辕犁耕作图。据唐朝末年著名文学家陆龟蒙《耒耜经》记载，曲辕犁由11个部件组成。即犁铧、犁壁、犁底、压镵、策额、犁箭、犁辕、犁梢、犁评、犁建和犁盘。

曲辕犁的主要优点是：其一，直辕犁牲畜的牵引力与犁尖不在一条水平线上，产生逆时针方向的力矩。为了平衡这个力矩，农夫需付出力M(见图)。改为曲辕，减少了农夫的体力消耗；其二，直辕犁受力点高，曲辕犁受力点低，由力的分解平行四边形法则可知，曲辕犁受到了向上分力比直辕犁大，可以使曲辕犁所受的摩擦阻力减小，可以更充分利用畜力。

曲辕犁示意图



曲辕犁11个部件的作用是：犁铧翻土，犁壁碎土做垄，压镵和犁底用以固定犁铧，策额是捍卫犁壁的，犁箭和犁评是调节深浅的，犁建是固定犁评、犁箭的，犁梢是农夫的扶手，掌握犁的前进和左右方向，犁辕使畜力和犁铧接近于同一水平线，可以省力，犁铧可以自由转动犁身。唐代曲辕犁有了划时代的进步。

曲辕犁和以前的耕犁相比，有三处重大改进。首先是将直辕、长辕改为曲辕、短辕，旧式犁长一般为今9尺左右，前及牛肩；曲辕犁长合今6尺左右，只及牛后，并在辕头安装可以自由。再次是加装了犁评。由于犁评厚度逐级下降，推进犁评，使犁箭向下，犁入地深；拉退犁评，使犁箭向上，犁入地浅，可适应深耕和浅耕的不同需要。最后改进了犁壁。唐时犁壁呈圆形，因此又称犁镜。可将翻起的土推到一旁，以减少前进阻力，而且能翻覆土块，以断绝草根的生长。这种犁出现后逐渐推广，成为当时最先进的耕具。耕犁至此已基本定型，这是唐代劳动人民对耕犁的重大改进。转动的犁盘，不仅使犁架变小变轻，而且便于调头和转弯，操作灵活，节省人力和畜力。



耕织图

历经宋、元、明、清各代，耕犁的结构没有明显的变化。

曲辕犁是中华民族劳动人民智慧的结晶，它为中国农业的发展，也为世界农业技术的提升做出了重大贡献。

《耒耜经》

陆龟蒙的《耒耜经》是中国唐代末期记述江南地区农具的专著。陆龟蒙在曾经亲自经营农业，留心农事，对当地农具种类、结构和耕作技术有较多了解。《耒耜经》就是在访问老农和实际观察的基础上写成的，收录在《甫里先生文集》第十九卷中。全篇600多字，所记农具有犁、爬(即耙)和碌碡等。

唐代曲辕犁使中国耕犁定型化，是中国农具史上一个里程碑。此外，耙、犁和碌碡等都是用于碎土、整地和清理杂草的农具，它们的出现和推广，也是唐代农具发展的重要标志。

陆龟蒙举进士不中，曾为湖州、苏州从事。居松江甫里，有田数百亩，地低下，常苦水潦。经营茶园于顾渚山下，岁取租茶，自为品第。常携书籍、茶灶、笔床、钓具泛舟往来于太湖，自称江湖散人、天随子、甫里先生，后以高士召，不赴。去世后，唐昭宗于光化三年(900)追赠右补阙。陆龟蒙与皮日休为友，世称"皮陆"。著《笠泽丛书》4卷，有清雍正重刊元本。与皮日休唱和的《松陵集》10卷，有汲古阁本。宋叶茵合二书所载及遗篇为《甫里集》20卷，有《四部丛刊》影印黄丕烈校本。



它山堰

唐(618-907)。在浙江沿海宁波附近修建的水利工程。具有拦水蓄洪的灌溉作用，有能阻止潮水倒灌，对浙东农业的发展起到了重要作用。是中国古代著名的水利工程之一。

034《梦溪笔谈》的科技成就



在悠悠中华五千年的历史中，涌现出了许多优秀的科学家，其中就有被英国科技史专家李约瑟称为“中国整部科学史中最卓越的人物”的沈括，他写的《梦溪笔谈》被称为“中国科学史上的里程碑”。

《梦溪笔谈》是沈括晚年在梦溪园将他一生所见所闻和研究心得以笔记文学体裁写下的著作。书中关于科学技术的条目约占三分之一以上，内容涉及数学、天文历法、地理、地质、气象、物理、化学、冶金、兵器、水利、建筑、动植物以及医药学等广阔的领域。详细记载了劳动人民在科学技术方面的卓越贡献和他自己的研究成果，反映了我国古代特别是北宋时期自然科学达到的辉煌成就。

数学方面

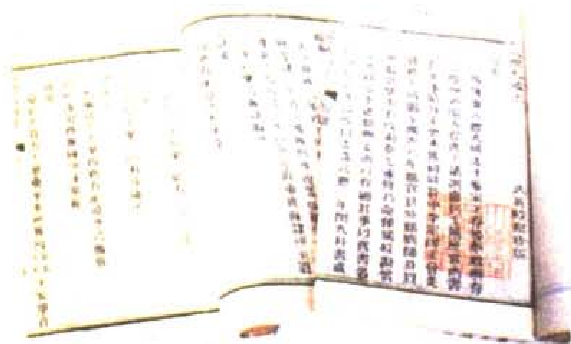
《梦溪笔谈》中有关数学的条目有12条，主要谈了隙积术和会圆术两个问题。关于隙积术的发现，这里还有一个小故事呢。相传，刚过“而立”之年的沈括，曾在一位转运使手下当官。在频繁的接触中，转运使发现沈括才华出众，很想把才貌双全的女儿嫁给他。正在这时，一位同僚告诉他，说近来沈括常出入酒家，回来就闭门不出，想必是醉得不省人事，在蒙头大睡呢。转运使听后心中十分不悦：没想到这青年平时仪表堂堂，做事一丝不苟，原来竟是个酒鬼！这样想着，便径直闯入沈括住处。推开门一看，沈括正在摆弄桌上摞起来的酒杯。见转运使大驾光临，沈括忙让座倒茶，并把这些天的发现对上司娓娓道来。原来，酒家里常把酒桶堆成长方台形体，从底层向上，逐层长宽各减一个，看上去四个侧面都是



《梦溪笔谈》书影



沈括像



斜的，中间自然形成空隙，这在数学上称为“隙积”。数学上又把计算中间空隙的体积的方法，叫做“隙积术”。他苦思冥想，就是在研究“隙积术”。转运使听罢，这才转怒为喜。没多久，沈括便成了转运使的乘龙快婿。沈括是历史上第一个发现“隙积术”的人。

会圆术是已知圆的直径和弓形的高，求弓形的弦长的弧长的方法。沈括在《九章算术》方田章中所载求弓形面积近似公式的基础上，推导出新公式。他的研究成果,被元代科学家郭守敬加以完善，并用于黄赤道坐标的换算。

沈括还用数学知识研究军粮运送，提出运粮之法,其中含有运筹思想的萌芽。他又研究围棋局总数,在没有指数知识的前提下，得到了关于从若干元素中每次提取几件且许可重复的排列问题的解题思路并给出了估算值。

沈括的为人与为官

沈括24岁时承袭父亲的职位，当了江苏沭阳县主，主持疏浚沭水的工作。他组织几万民工，修筑渠堰，不仅解除了当地人民的水灾威胁，而且还开垦出良田7000顷，改变了沭阳的面貌。后来，他又任江苏东海、安徽宁国、河南宛丘(今淮阳)县令。虽然政务繁忙，但他仍坚持考察，写了《论圩田》。33岁时他考取了进士，被提举为司天监后，和深谙历算的布衣盲人卫朴制订了新历——《奉天历》。王安石变法失败后，他因支持变法而被贬。后来仕途几经颠簸，但这并没有使得这位科学家丧失科学研究的斗志，凭着超凡的意志力和对科学的追求，他潜心撰著，终于完成了誉满中外的科学巨著——《梦溪笔谈》。

《元丰九城志》

北宋官修地理总志，王存等编著，十卷。以熙宁、元丰年间的四京、二十三路为标准，分路记载府、州、军、临、县的户口、乡镇、山泽、道里等项内容，叙述翔实可据。

天文学方面

《梦溪笔谈》中与天文历法有关的条文有26条。在这方面，沈括的第一项成就是提出《十二气历》，以十二气为一年，以立春为一年之始，大尽31日，小尽30日。同时把月相的变



宋徽宗绘《文会要》

化以朔望等注于历中。在沈括之后的900年，英国气象局使用的肖伯纳历与《十二气历》相似。现在世界各国采用的公历也是与《十二气历》基本一致的阳历，但在月份上还不及《十二气历》科学。

此外，沈括在天文仪器的改革上，也取得了成就。他大胆地更造了浑仪，改进了刻漏，并亲自设计了能使极星保持在视场之内的窥管。他将他对天文仪器的改造和研究，写成了《浑仪式》《景表议》《浮漏议》三篇文章，阐发改革仪器的原理。

物理和化学方面

沈括关于物理学创获最多，《梦溪笔谈》记物理的有40条，《沈氏良方》《梦溪忘怀录》也有物理知识的阐述。

沈括重新进行《墨子》的光学实验,以飞鸢说明小孔成像。对透光镜,沈括也进行了实验和探讨,他猜测是铜镜冷却时有先后而致透光不同。虽然这个说法不正确,却为后来郑复光的实验所借鉴。

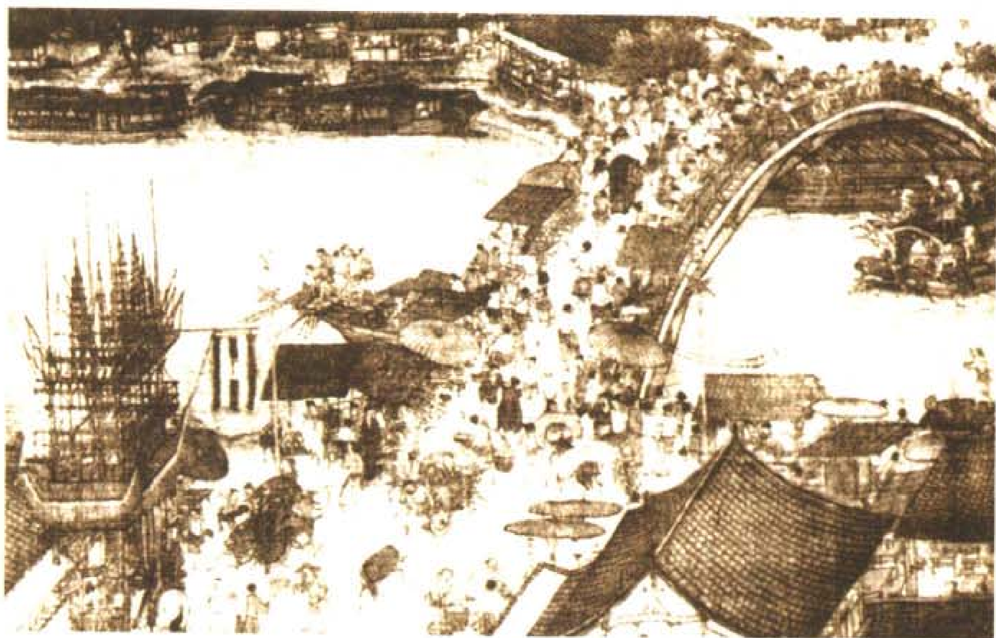
沈括还记述了“以新赤油伞日中复之”验尸伤的方法,红油伞的作用是从日光中滤取红色波段光,皮下淤血一般呈青紫色在白光下看不清,红光能提高淤血与周围部分的反衬度,容易显现。这是我

沈括

沈括是我国北宋时代博学多才、成就卓越的科学家。他精通天文、数学、物理学、化学、生物学、地理学、农学和医学;他还是卓越的工程师、出色的军事家、外交家和政治家;同时,他博学善文,对方志律历、音乐、医药、卜算等无所不精。他晚年所著的《梦溪笔谈》详细记载了劳动人民在科学技术方面的卓越贡献和他自己的研究成果,反映了我国古代特别是北宋时期自然科学达到的辉煌成就。《梦溪笔谈》不仅是我国古代的学术宝库,而且在世界文化史上也有重要的地位。



国关于滤光应用的最早记载，它被宋代郑克的《折狱龟鉴》和宋慈的《洗冤集录》所应用和发展。


《清明上河图》(局部)

共振现象早在战国时期就为人们所发现，其后人们还发现了一些消除共振现象的方法。沈括对声的共振现象有了更进一步的认识。他用简单的仪器做了个实验，证明弦线的基音与泛音的共振关系。他剪一小纸人，放在基音弦线之上，拨动相应的泛音弦线，纸人就跳动，拨别的弦线，纸人则不动。沈括把这称为“正声”，即共振实验。西方直至17世纪才出现类似的实验。

《梦溪笔谈》的化学条文有9条。沈括在陕北任官时，发现了人间之宝，给以科学的命名——石油，并预言它的储藏和大用。


宋时大理图

地学方面

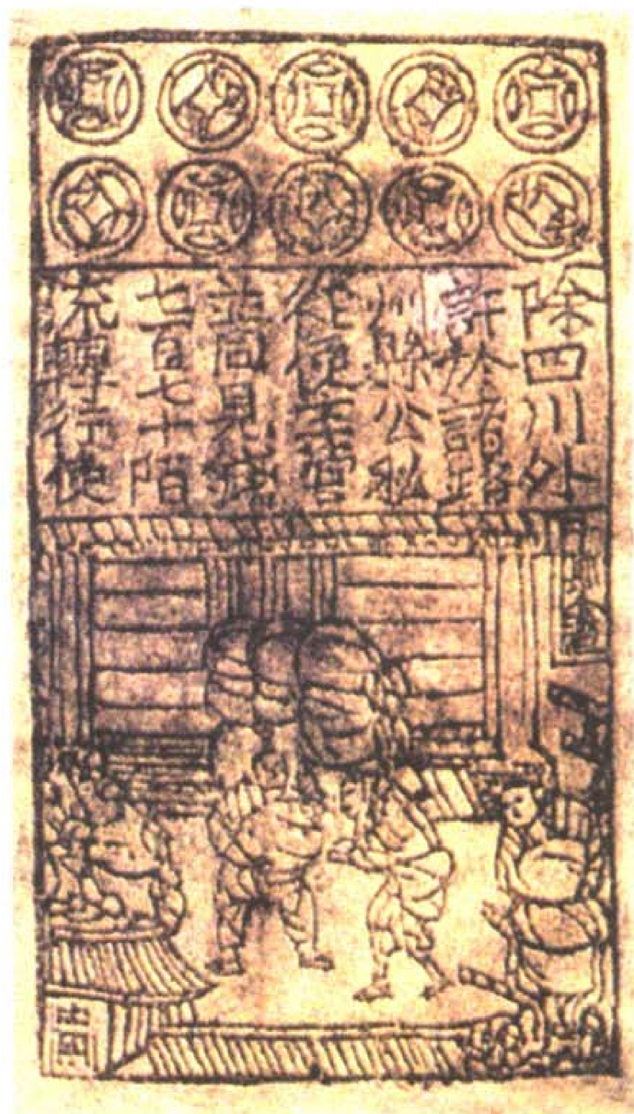
《梦溪笔谈》中有关地学的条文有37条。他在察访浙东时指出了雁荡山峭拔险怪，上耸千尺的原理——流水侵蚀（山谷中的大水冲激，把沙土都冲走了，只有巨石岿然立在那里）。他还指出华北平原是由黄河、漳河、滹沱河等冲积而成，我们现代所用的化石一词也是从他的记载中来的。另外，沈括对动植物的地理分布、分类、形态描述、生物生理、生态现象、生物防治、药物药理作用、人体解剖、古生物学均有大量记载，是古代科学技术史的宝贵资料。

《梦溪笔谈》不仅是一部史料价值很高的历史典籍，而且是一部科技史资料汇编，在中国科学技术史上，甚至在世界文化史上都具有十分重要的地位。

035 世界上最早的纸币“交子”



纸币是当今世界各国普遍使用的货币形式，而世界上最早出现的纸币，是中国北宋时期四川成都的“交子”。北宋时期的成都，城市繁华，商业鼎盛，是全国数一数二充满活力的大城市。最早的欧洲纸币，是受中国影响在1661年由瑞典发行的。也比美国、法国等西方国家发行纸币要早六七百年。



北宋交子

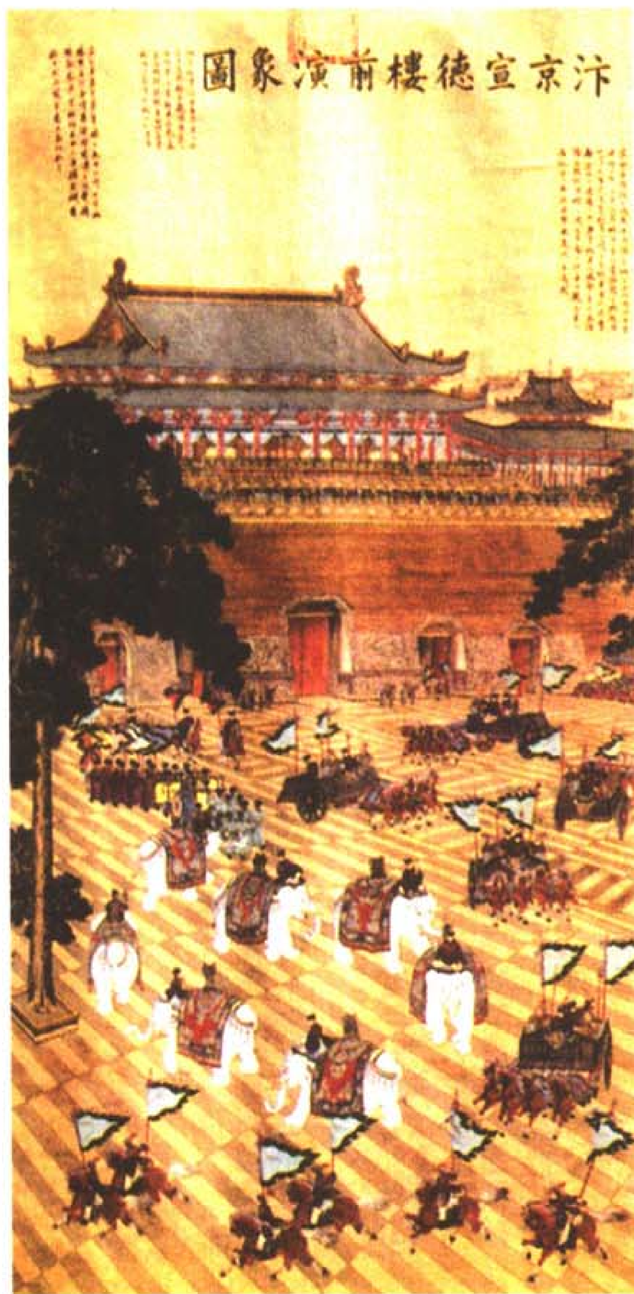
交子是世界上最早的纸币，发行于宋仁宗天圣元年(1023)。图为“交子”钞版拓本。

中国是世界上使用货币较早的国家。根据文献记载和大量的出土文物考证，我国货币的起源至少已有4000年的历史，从原始贝币到布币、刀币、圆钱、蚁鼻钱以及秦始皇统一中国之后流行的方孔钱，中国货币文化的发展可谓源远流长。到北宋时期，我国出现了纸币——“交子”。

纸币的出现是货币史上的一大进步。钱币界有人认为中国纸币的起源要追溯到汉武帝时的“白鹿皮币”和唐宪宗时的“飞钱”。汉武帝在铸行“三铢钱”和“白金币”（用银和锡铸成的合金币）的同时，又发行了“白鹿皮币”。所谓“白鹿皮币”，是用宫苑的白鹿皮作为币材，由于其价值远远脱离皮币的自身价值，因此“白鹿皮币”只是作为王侯之间贡赠之用，因此还不是真正意义上的纸币，只能说是纸币的先驱。“飞钱”出现于唐代中期，当时商人外出经商带上大量铜钱有诸多不便，便先到官方开具一张凭证，上面记载着地方和钱币的数目，之后持凭证去异地提款购货。此凭证即“飞钱”。“飞钱”实质上只是一种汇兑业务，它本身不介入流通，不行使货币的职能，因此也不是真正意义上的纸币。北宋时期四川成都的“交子”则是真正纸币的开始。

纸币出现在北宋并不是偶然的，它是社会政治经济发展的必然产物。宋代商品经济发展较快，商品流通中需要更多的货币，而当时铜钱短缺，

满足不了流通中的需要量。当时的四川地区通行铁钱，铁钱值低量重，使用极为不便。每千铁钱的重量，大钱25斤，中钱13斤。买一匹布需铁钱两万，重约500斤，要用车载。因此客观上需要轻便的货币，这也是纸币最早出现于四川的主要原因。再者，北宋虽然是一个高度集权的封建专制国家，但全国货币并不统一，存在着几个货币区，各自为政，互不通用。当时有13路（宋代的行政



《汴京宣德楼前演象图》

北宋王室每年要在皇宫宣德楼前举行盛大的车骑演象活动，烘托讴歌舞升平的气氛。



宋代商品商标

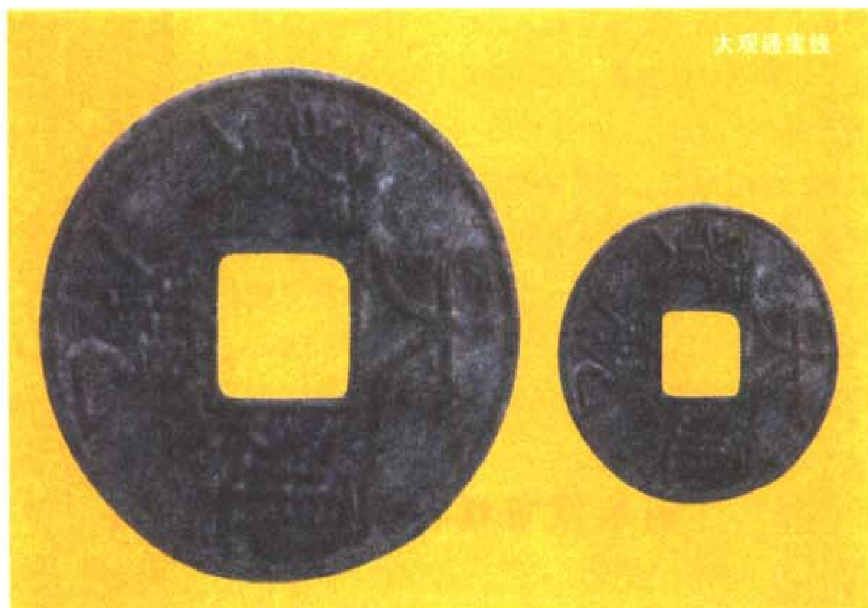
北宋时期山东济南刘家工夫针商标(拓片)。图的中心画一只白兔抱着一根针，两边以文字提醒顾客："认门前白兔儿为记。"宋代是中国商业经济较发达的时期，出现商业竞争与商标是不足为怪的。

单位）专用铜钱，4路专用铁钱，陕西、河东则铜铁钱兼用。各个货币区又严禁货币外流，使用纸币可防止铜铁钱外流。此外，宋朝政府经常受辽、夏、金的攻打，军费和赔款开支很大，也需要发行纸币来弥补财政赤字。因宋代商业的发达和雕版印刷术的发展等，也为创制交子准备了良好的条件。种种原因促成了纸币——“交子”的产生。

交子的产生和发展，分为三个阶段。最初是民间自由发行，大致上代替铁钱流通。后来由16家富商来主持，不久，16家富商衰败，交子不能兑现，因而争讼时起。最后在天圣元年（1023）北宋朝廷在益州设交子务，改为官办。

最初的交子由商人自由发行。北宋初年，四川成都出现了专为携带巨款的商人经营现钱保管业务的“子子铺户”。存款人把现金交付给铺户，铺户把存款人存放现金的数额临时填写在用楮纸制作的卷面上，再交还存款人，当存款人提取现

金时，每贯付给铺户30文钱的利息，即付3%的保管费。这种临时填写存款金额的楮纸券便谓之“交子”。



随着商品经济的发展，“交子”的使用也越来越广泛，许多商人联合成立专营发行和兑换“交子”的交子铺，并在各地设交子分铺。由于交子铺户恪守信用，随到随取，所印“交子”图案讲究，隐做记号，黑红间错，亲笔押字，他人难以伪造，所以“交子”赢得了很高的信誉。商人之间的大额交易，为了避免铸币搬运的麻烦，直接用随时可变成现钱的“交子”来支付货款的事例也日渐增多。正是在反复进行的流通过程中，“交子”逐渐具备了信用货币的品格。后来交子铺户在经营中发现，只动用部分存款，并不会危及“交子”信誉。于是他们便开始印刷有统一面额和格式的“交子”，作为一种新的流通手段向市场发行。这种“交子”已经是铸币的符号，真正成了纸币。但此时的“交子”尚未取得政府认可，还是民间发行的“私交”。

但并非所有的交子铺户都是守法经营，恪守信用的。有一些唯利是图、贪得无厌的铺户，恶意欺诈，在滥发交子之后闭门不出，停止营业；或者挪用存款，经营他项买卖失败而破产，使所发“交子”无法兑现。这样，当存款者取钱而不能时，便往往激起事端，引发诉讼。于是，景德年间（1004-1007），益州知州张泳对交子铺户进行整顿，剔除不法之徒，专由十六户富商经营。至此“交子”的发行取得政府认可。

宋仁宗天圣元年（1023），政府设益州交子务，由京朝官一至二人担任监官主持交子发行，并“置抄纸院，以革伪造之弊”，严格其印制过程。这便是我国最早由政府正式发行的纸币——“官交子”。

“官交子”发行初期，其形制是仿照民间“私交”，加盖本州州印，只是临时填写的金额文字不同，一般是一贯至十贯，并规定了流通的范围。宋仁宗时，一律改为五贯和十贯两种。到宋神宗时，又改为一贯和五百文两种。“官交子”

大明宝钞

大明宝钞是明朝官方发行的惟一纸币，该纸币贯行于明朝270多年。明太祖洪武八年(1375)始造。由于当时缺铜，于是明洪武七年颁布“钞法”，设宝钞提举司，其下再设钞纸、印钞二局和宝钞、行用二库。并于次年以中书省南京名义发行。

大明宝钞印框高约30厘米、宽约20厘米宝钞设计布局严谨，文字精美，是世界上面积最大的纸币。宝钞分六等：壹贯、五百文、三百文、二百文、一百文。宝钞沿元旧制，但雕刻之精美更胜于元。

由于当时纸质较差，大明宝钞难以耐久，且明代纸币只发不收，既不分界，也不回收旧钞，致使市场上流通的纸币越来越多，宝钞泛滥成灾，发行当年就通货膨胀，贬值极快，人民纷纷弃之，以失败告终。纸钞不如铜钱能够窖藏，能够保存至今不容易。所以虽然当时发行数量巨大，但存世非常稀少，偶有幸存，寥若晨星，好似凤毛麟角，宝钞已经成为珍罕文物。

北宋时期的商业发展

北宋以前的城市，一般是坊、市分区。北宋时，随着商品经济的发展和城市人口的增加，彻底打破了坊、市的界限。同时，北宋城市中商业店铺的营业时间也大大延长，突破了以往“暮鼓晨钟”的限制。

北宋都城开封是当时最繁华的城市，市内手工业作坊众多，商店、旅社、货摊林立。营业时间大大延长，还出现了夜市和晓市。城内另有如大相国寺等固定市场和定期集市。市内还有酒肆和茶楼以及“勾栏”等娱乐场所。《清明上河图》对此有形象的反映。

北宋时，城市外围的草市更加发展，而农村中定期开放的集市也相当普遍。有些草市或集市在交换发达的基础上，还逐渐发展成固定的市镇。

商税与专卖　北宋政府在全国各地设置场、务等机构，负责征收商税。宋朝商税分为过税和住税。征税之外，还有杂税。随着商业的繁荣，商税日益成为政府重要财源之一。

北宋王朝对盐、茶、酒、矾等实行禁榷制度，即专卖制度，由官府控制这些物品的生产并垄断销售。这种制度影响了私营工商业的正常发展。

白银和交子　随着北宋商品交换的发达，货币流通量也明显增加。熙宁六年(1073)，铸币达600余万贯，远远超过唐朝的最高数。除铜、铁钱外，金银也作为半流通性货币使用。

公元10世纪末叶，成都出现交子铺，发行纸币“交子”，这也是中国及世界上最早的纸币。宋仁宗时，政府正式创立交子事务部，改交子为官办。宋徽宗时，改交子为“钱引”，扩大流通区域。但因大量印发，遂给人民带来了极大的危害。

制度的主要内容如下：1.发行限额：每界发行1256340缗；2.流通期限：3年1界（实足2年），界满持旧换新；3.发行准备金，即“本钱”：大凡每造1界，应备本钱36万缗（以四川的铁钱为钞本）铁钱，准备金相当于发行量的28%；4.交子的行使限于四川，兑现或持旧换新，每贯须缴工墨费30文。“交子”的流通范围也基本上限于在四川境内，后来虽在陕西、河东有所流通，但不久就废止了。

宋徽宗大观元年（1107），宋朝政府改“交



宋·耀明窑印花碗

子”为“钱引”，改“交子务”为“钱引务”。除四川、福建、浙江、湖广等地仍沿用“交子”外，其他均改用“钱引”。后四川也于大观三年（1109年）改交子为钱引。“钱引”与“交子”的最大区别，是它以“缗”为单位。“钱引”的纸张、印刷、图画和印鉴都很精良。但“钱引”不置钞本，不许兑换，随意增发，因此纸券价值大跌，到南宋嘉定时期，每缗只值现钱一百文。

官交子制度的最初实行并不是为了搜括钱财，而是适应社会经济发展的需要，适应商业及民间周转支付所需，这对经济发展和人民生活的安定，是起了积极作用的。但是后来，宋朝政府却利用它来弥补财政支出了。

宋代纸币无实物存世。有一块流入日本的印钞铜版，约为北宋实物，目前对它的定名尚不一致，或称交子，或称钱引，或称小钞，或称盐引。南宋的会子也只留下一块印钞铜版，以上两块铜版，有人认为所印之物具有纸币性质，也有人认为真伪难定。

“交子”的出现，便利了商业往来，弥补了现钱的不足，是我国货币史上的一大业绩。此外，“交子”作为我国乃至世界上发行最早的纸币，在印刷史、版画史上也占有重要的地位，对研究我国古代纸币印刷技术有着重要意义。

036 宋元时期造酒技术的革新



"清秋何以慰，白酒盈吾杯。"李白的诗句让我们联想到古人们喝酒的场面。那么，在古时候，人们又是怎么造酒的呢，他们的造酒技术怎样呢？现在，就让我们从宋元时期的造酒技术来看看古人的造酒技艺。

宋元时期的酒业十分发达，主要是官营专卖。宋代的官营酒库遍布京城繁华街道和附近各县。官营酒库不仅大量造酒，而且下设酒楼，兼营卖酒。为了招徕酒客，还设有妓女，用来招待千金买笑的风流才子。宋代虽以官营专卖为主，但法令时紧时松，私人造酒也逐渐加多，而且成为市场上热门作坊。同时，宋代酒的种类和级别也都超过了隋唐时期。



宋·龙泉窑五孔瓶

元代的造酒资料比较少，但早在元政权建立之前，就进行了造酒业的管理。政权建立后，管理逐渐严格，将地方对酒的管辖权收归中央政府。但是由于官营专卖的制度贯彻不严，高官、贵族私酿牟利的情况时有出现，专卖的规定渐渐松弛下来。元代酒醋的课额很重，酒醋税是元代主要财政收入之一。

宋元时期造酒都有不同程度的发展，造酒业的发展促进酿造技术的进展。宋元时期在造酒技术上，比隋唐时期有了新的进步。

提到宋元时期的造酒技术，不得不提到《北山酒经》，从《北山酒经》看宋元时期的造酒技术，更能鲜明的感受到当时的技艺。

宋代留下了一批有关酒的书籍，其中就以朱翼中的《北山酒经》所写科技最多、最具体。其他相关的还有李保的《续北山酒经》、范成大的《桂梅酒志》等。《北山酒经》的作者朱肱，字翼中，吴兴人，以"无求子"、"大隐翁"为号。

《北山酒经》分上、中、下三卷。上卷简述酒的历史，以科学技术为主线，谈论酒的诞生与发展，总结造酒中的技术和经验。其中朱肱所述《周官·酒正》和《礼记·月令》的引文，是中国古代造酒技术的主要贡献，现代人都称它为"五齐六必"。"五齐"是指酿酒过程中，观察到的五个阶段，发酵开始时，产生二氧化碳气体，把部分的谷物冲到液面上来，是"泛齐"阶段；逐渐有薄薄的酒味了，是"醴齐"阶段；气泡很多，还发出一些声音，是"盎齐"阶段；颜色改变，由黄到红，是"醍齐"阶段；气泡停止，发酵完成，

糟粕下沉，是“沉齐”阶段。“五齐”说的是原料发酵的五个阶段，正确掌握这五个阶段，是早出好酒的保证。

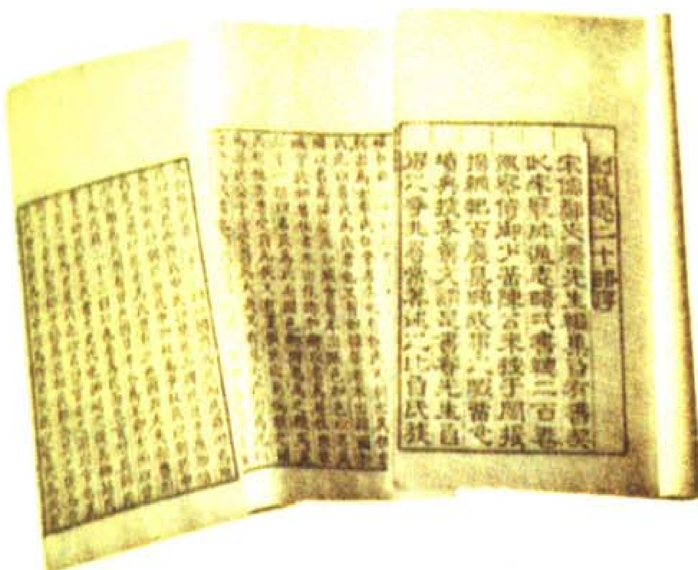
“六必”是所选原料稻秫必须颗粒整齐。所用曲蘖必须掌握时宜，稍不注意就会影响菌类的活动。“六必”就是说酿造必须有洁净的条件；用水直接影响酒的质量，必须加以选择；酿造必须控制温度。

上卷还强调“多投”陈酿是古代的宝贵造酒经验。这点在《齐民要术》中也有提到。

中卷写的是造曲技术，是全书的重点。中国古代记载造曲技术的书主要是《齐民要术》和《北山酒经》。朱肱继承并发展了《齐民要术》中的造曲技术。

宋·耀州窑瓜棱罐





《通志》书影

《通典》《通志》与《文献通考》，合称“三通”。图为宋郑樵所撰《通志》。

在《齐民要术》中共记载了十二种造曲方法，有神曲五种、笨渠三种，白醪曲、女曲、黄衣曲、黄蒸曲各一种。而《北山酒经》中制曲方法有十三种，分三大类。罨曲类有顿递祠祭曲、香泉曲、香桂曲、杏仁曲；风曲类有瑶泉曲、金波曲、滑台曲、豆花曲；罨曲是把生曲埋在麦秸里，定时翻动，风曲是用树叶或纸片包着生曲，挂在透风的地方。各类曲中，都加少量中药，如白术、川芎、杏仁等，为了增加酒的风味。《北山酒经》的造曲方法，比《齐民要术》有了两大进步。第一，所用原料多不再蒸煮和烧炒，只用磨碎的面粉拌和。省略了无用的工序，降低了成本。第二，把老曲碎末抹在生曲饼的表层，有下种的作用。老曲是优良的菌种，糖化力比较强，杂菌较少，制成新曲更适合酿酒。

宋代造酒技术中最大的发明是红曲。红曲的造成是很困难的，它是由一种红米霉的作用产生的。在曲块中红米霉只是呈现一些小红点，生长机会比较少。没有耐心的观察、长期的经验、特别的技术是造不成红曲的。国内外的专家都认为红曲是一种天才的发明，欧美的酿造学家也为之



刘松年画罗汉

惊叹不已。宋应星和李时珍也对红曲的发明作了高度评价。

下卷写的是宋代造酒的工艺流程和具体方法。

这本书质朴无华，语言通俗易懂。所记技术多为亲身经历，来自实践的，与一般士大夫记述酒的典故和经营也不能同日而语，是一部以酒的酿造为主的科技著作。

此外，在宋元时期，还出现了烧酒。对于烧酒的发明，古今学者向来意见很不一致，李时珍认为烧酒发明于元代，而有学者考证，烧酒发明于唐朝。但是1975年河北省青龙县西山咀村金代遗址中发现了蒸馏器。有学者根据发掘出来的金代蒸馏器撰文，提出了烧酒始于宋代和金代的意见。可根据试验证明，青龙县出土的蒸馏器，出酒顺利，是可以完成从加温水酒法到蒸馏法的过渡的。所以蒸馏酒产生于宋代，传入金国，有了进一步的发展。而唐代诗人所写的烧酒，不是蒸馏酒。经过学者们不断研究和考古器物的证明，可知外国学者认为中国的蒸馏酒技术是从阿拉伯传入是不正确的。古人认为烧酒（蒸馏酒）发明于元代也是根据不足的。实际上，烧酒应该是发明于宋、金，盛行于元代。

酒器

我国的酒文化源远流长，伴随着酒文化，酒器的产生发展也有了它独有的篇章。考古发现证明，我国古代酒器的产生，可早到大约六七千年前，而到5000年前的时候，我们的祖先已在使用一些极为精美别致的酒器了。

酒器的使用多不是单一的，都有一定的搭配和组合，在考古发掘中，也经常发现酒器成组出土的现象。从用途上来看，一套完整的酒器中，一般来说应该有盛储器、温煮器、斟灌器、挹取器、饮用器和娱酒器，到春秋以后又增加了冰镇器。从其质料上来说，早期的酒器多为陶器，尔后出现漆木器、青铜酒器和原始青瓷；自东周以后，质料更为繁多，如金银器、玉器、瓷器和玻璃器等相继出现并普遍使用。根据目前所知道的情况，可以把中国古代酒器组合的发展演变历史，粗略地划分为五个大的阶段：

1.新石器时代的夏代，流行陶质酒器。除此之外，也有少量的漆器，主要是漆觚。

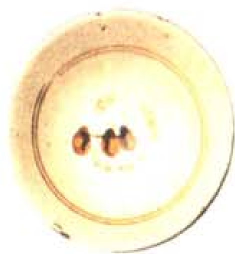
2.商代和西周，流行青铜酒器，此外还有不少陶酒器。

3.东周、秦、汉代，大体上是青铜酒器与漆木器并重。在此期间，铜器逐步衰微，漆器日益昌盛。另外有少量的金银酒器、玉酒器、瓷酒器、玻璃酒器和象牙酒器等，器类多属杯、卮、盏等。实用陶器已很少出现。

4.魏晋至隋唐时期，瓷酒器日渐发达。玉酒器日益繁荣，主要有耳杯、杯盏等。金银酒器也争奇斗艳，以壶、盏、杯为主要代表。但漆器却黯然失色。

5.宋元以后，瓷酒器空前普及，玉器、金银器也有相当数量。玻璃酒器至清代才有较大的进展。

037 科技文明的里程碑四大发明



四大发明是指中国古代对世界具有很大影响的四种发明，即造纸术、指南针、火药、印刷术。它对中国古代的政治、经济、文化的发展产生了巨大的推动作用。而且对世界文明发展史也产生了非常大的影响。



蔡伦像

造纸术的发明和传播

造纸应始于西汉，地下的考古材料证明了纸的发明应在西汉。1957年西安灞桥出土了公元前2世纪的麻纸，质地粗糙，尚不便书写。1977年甘肃居延烽燧再次出土西汉的麻纸，色泽白净，薄而均匀，已可书写，经鉴定原料是大麻纤维。内蒙古额济纳河接着出土了的纸张，而且有残字六七行，这是我国现存最早的字纸。考古材料告诉了我们纸的发明过程。蔡伦造纸首见于《东观汉记》，《东观汉记》的《蔡伦传》是东汉元嘉元年（151）曹寿和延笃所撰，距蔡伦之死仅30年，说蔡伦"典作尚方，造意用树皮及敝布、渔网作纸。元兴元年（105）奏上之，帝善其能。自

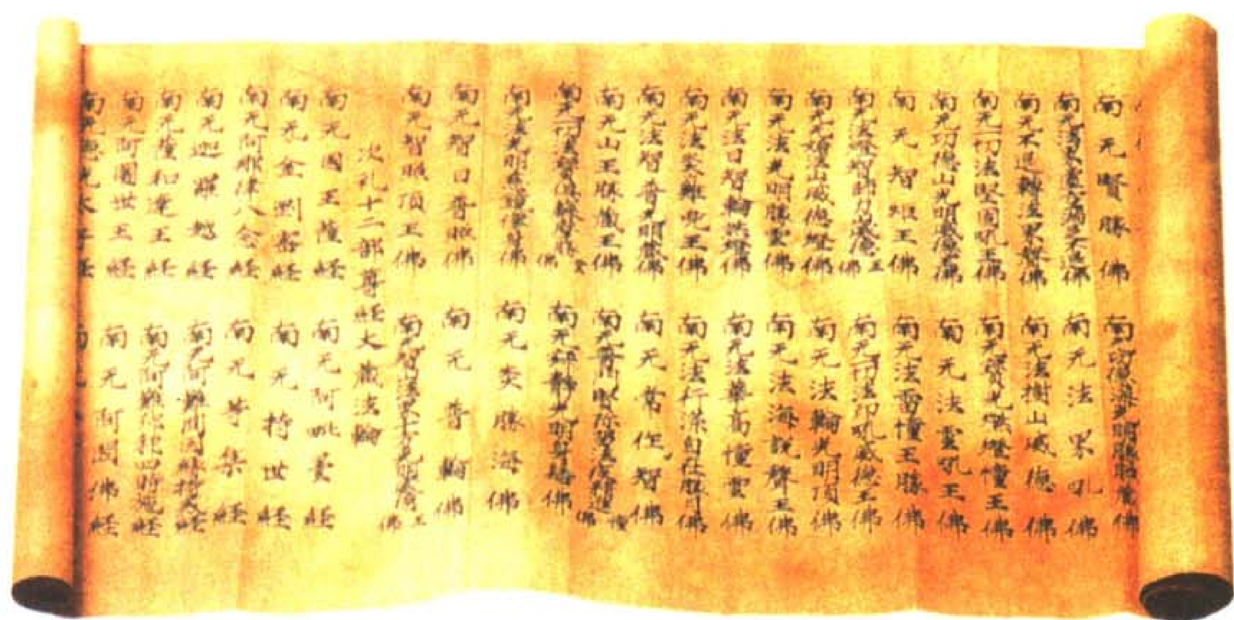


汉代造纸工艺流程图



防蛀纸扉页

清（1644–1911）。长26.3厘米，宽15.2厘米。这种橘红色的插页，表面涂一层铅丹。主要成分为四氧化三铅，有杀虫驱虫作用。



写经纸

唐(618-907)。长100.7厘米，宽25.9厘米。此件写经纸纤维交结紧密、均匀，说明唐代造纸舂捣精细，打浆度高，是较高质量的植物纤维纸。

此莫不用，天下咸称蔡侯纸。”经蔡伦的总结经验，改良技术，造得更精美了。造纸术发明后，很快传向国外。先后传入朝鲜、日本、印度、阿拉伯、埃及和西班牙等。至1690年荷兰人将造纸术传到美国的费城，19世纪初传到澳洲的墨尔本，至此造纸术传遍了全世界。纸取代了埃及的纸草，印度的贝叶和欧洲的羊皮，成为全世界的书写物，对世界的科学和文化传播做出了巨大贡献。

汉代以后，造纸术有了新发展，西晋有藤纸，当时晋代会稽已有竹纸。隋代有土纸。贾思勰在《齐民要术》中提到煮楮皮制纸，并记载了“染黄及治虫法”，开始使用以黄蘗染纸防虫的技术。隋唐时期出现了檀皮纸、瑞香皮纸、稻麦秆纸。唐代的名品有“宣纸”、“硬黄”，五代的名纸有“澄心堂纸”等等。唐代的造纸加矾、加胶、涂粉、洒金、染色等加工技术也有提高，生产出全国有名的十色笺、五色金花绫纸、深红小彩笺等。唐代许多纸本的绘画艺术珍品保存至今，它们是唐纸技术高超、质量优异的有力证明。

印刷术的发明与传播

刷技术是我国劳动人民的伟大发明，是我国人民辛勤劳动、长期生产实践的结果，是中华民族在漫长岁月中集体智慧的结晶。

印刷术有一个发生发展的历史。追根溯



《黔南类编》

明隆庆五年(1571)。高27.2厘米，宽20.3厘米，此书西用木活字印成。



"济南刘家工夫针铺"铜板

宋(960-1127)。长 12.4 厘米，宽 13.2 厘米，这是一件印刷商标用的模铸铜版。

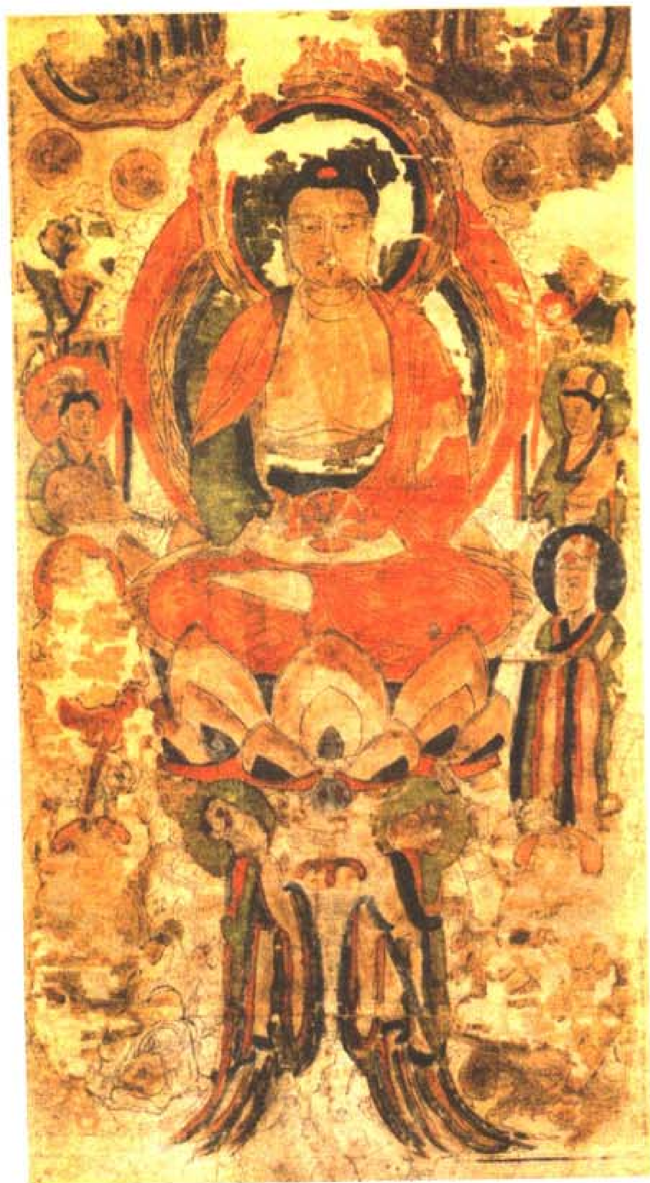


"齐铁官印"封泥

源，它最老的前辈应该是印章，第二个前辈是石刻。图章和石刻为雕版印刷铺平了道路，到此时雕版印刷的诞生已经到了瓜熟蒂落的程度。雕版印刷是印章和石刻结合的产物，是两者取长补短的结果。印章刻的是阳文（字凸起来），便于印刷，缺点是面积太小；石刻刻的是阴文（字凹下去）不便印刷，但面积很大。人们自然地开始雕刻大面积的阳文木板，开始印刷历书、佛像、经书等。贞观十年（636）雕版印刷的《女则》一书，是目前为止所知文献记载的最早的雕版印刷书籍。

印刷术到了宋代有了重要的突破——活字印刷术的发明。沈括的《梦溪笔谈》卷18记载了这一发明："庆历中，有布衣毕昇，又为活板。其法用胶泥刻字，薄如钱唇。每字为一印。火烧令坚。先设一铁板，其上以松脂、腊和纸灰之类冒之。欲印，则以一铁范置铁板上，乃密布字印，满铁范为一板，持就火炀之。药稍熔，则以一平板按其面，则字平如砥。若只印三二本，未为简易；若印数十百千本，则极为神速。"

到了元代，农学家王祯研究木活字印刷术取得了成功。王祯还制造了转轮排字架，大大提高



《炽盛光九曜图》印本

了排字效率。

活字印刷术的发明和应用对世界文明产生了广泛的影响。首先传入了近邻朝鲜、日本，而后传入西亚各国，接着又从西亚传入非洲，又传入了欧洲，1445年德国人戈登堡发明金属活字，接着活字印刷术传入了意大利、瑞士、捷克、法国、荷兰、比利时、西班牙、英国等。至1802年澳洲的悉尼出版了活字印刷书籍，活字印刷术传遍了全世界，它造福于人类的功绩是永垂史册的。

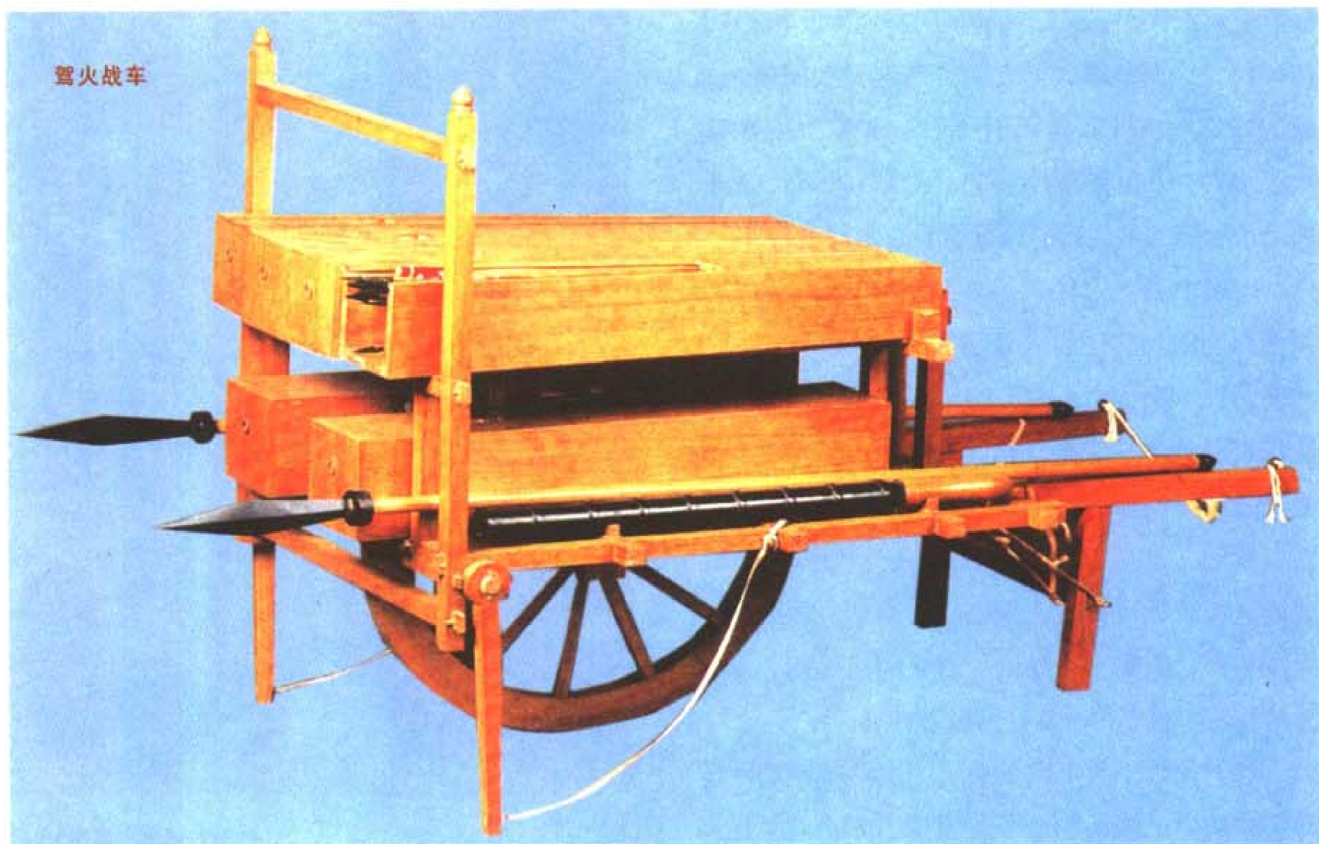


炼丹引爆图

炼丹活动对火药的发明起着重要的作用。炼丹术所用原料种类很多，其中有硫磺、雄黄、雌黄、硝石等。三黄与硝石炼制，稍不慎即迅猛燃烧、爆炸。炼丹家发现了这种现象，著书以记并引以为戒。

火药的发明与应用

我们的祖先不仅发明了火药，而且最早解决了将火药应用于军事这一重要问题。火药的最初配方记于《道藏·诸家神品丹法》中。此书转载了唐初孙思邈的“伏硫磺法”中，以二两硫磺、二



驾火战车

两硝石，研成粉末，加入三个皂角，炒而起火。但火药的科学配方和大量应用于军事是在宋代。

宋代的火药武器已有爆炸性火器的萌芽。如霹雳火球，就是用火药、瓷片、竹子等制成，燃放时声如霹雳。靖康元年（1126）李纲在抵御金人的汴京守卫战中，曾使用霹雳炮。宋代的火箭是燃烧性武器，也广泛用于战争。南宋的火枪盛行一时，又称梨花枪。宋代还出现了管形火器。绍兴二年（1132），陈规发明了用巨竹为枪筒的管形火器，这种喷射火焰的突火枪是世界历史上第一次出现的管形火器。开庆元年（1259），寿春府出现了在竹筒内发射"子窠"的突火枪，"子窠"是瓷片、碎铁、石子之类。它开创了世界上管形火器使用弹丸的先河。


郑和海船

金军在与宋军的交战中，逐渐掌握了火药武器。大约13世纪初，金人制造了铁制外壳的爆炸性武器，这就是金人自制的"震天雷"。宋人称它"铁火炮"。还曾制造过"飞火枪"。

元代的重要创造是在宋、金的基础上进行的。宋人的突火枪，枪筒是竹制的，而元人发明了金属制的铜火铳，它是世界上最先出现的金属管形火器。保存至今的元代金属管形火器，以元至顺三年（1332）的铜火铳为最早，它比欧洲最古老的火铳早500年，是世界火药武器史上的一项重大贡献。

在12世纪至13世纪，火药首先传入阿拉伯国家，然后传到希腊和欧洲乃至世界各地。对人类社会的文明进步、对经济和科学文化的发展，起到了推动作用。美法各国直到14世纪中叶，才有应用火药和火器的记载。


至顺三年铜炮

指南针的发明

指南针是中国史上的伟大发明之一，也是中国对世界文明发展的一项重大贡献。

指南针是利用磁铁在地球磁场中的南北指极性而制

成的一种指向仪器。磁石的这种特性，被古人利用制成指南工具。据古文献记载，我国最早的指向器是司南，早在秦的典籍中对司南已有记载。但是，用天然磁石琢磨而成的司南，成品较低，磁性较弱。到了宋代，人们发明了人工磁化方法，制造了指南鱼和指南针，而指南针更为简便，更

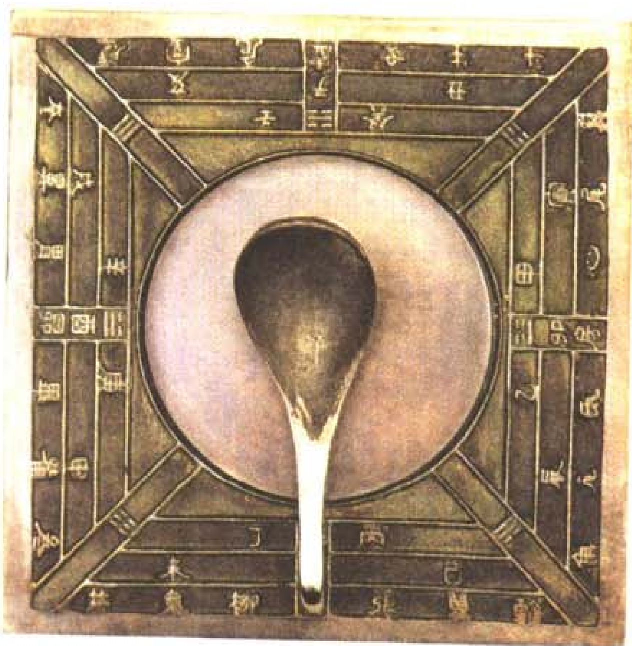
四大发明对世界的影响

我国的四大发明早已功贯全球，誉满天下，其中三种发明于宋代。

纸的诞生是人类历史上的一座重要的里程碑，更是人类传播史上的一次伟大的革命。在第一张纸出现以前，人类不是没有尝试过其他的传播媒介，中国的简、帛，埃及的纸草纸，欧洲的羊皮书卷，都曾在人类传播技术史上占有过一席之地。但是，当纸张出现以后，它们又都很快的退出了历史的舞台，让位于集万千优势于一身的纸张。给人们的书写与文化的传播带来了极大的便利。

对宋代的三大发明——活字印刷术、指南针和火药，世界著名科学家和马克思、恩格斯都曾给予高度评价。被马克思称为"英国唯物主义和整个现代实验科学真正的鼻祖的"培根说："我们应该观察各种发明的威力、效能和后果。最显著的例子便是印刷术、火药和指南针。""这三种东西曾改变了整个世界事物的面貌和状态。第一种在文学方面，第二种在战争方面，第三种在航海上；由此产生了无数的变化，这种变化是这样大，以至没有一个帝国，没有一个教派，没有一个赫赫有名的人物，能比这三种机械发明在人类的事业中，产生了更大的力量和影响。"

1861年，马克思对三大发明作出了更高的评价。他说："火药、指南针、印刷术——这是预告资产阶级到来的三大发明。火药把骑士阶层炸得粉碎，指南针打开了世界市场并建立了殖民地；而印刷术则变成了新教的工具和科学复兴的手段，变成对精神发展创造必要前提的强大杠杆。"马克思告诉我们三大发明迎来了一个新时代——资产阶级革命的时代。资产阶级在炸毁封建主的城堡时，在远涉重洋推销自己的廉价商品时，都曾借助于中国人的发明。特别是在宗教改革和文艺复兴中，但丁、莎士比亚、拉伯雷等文艺大师在知识的海洋里传播人文主义先进思想，揭露神权与封建专制贪婪蛮横时，推进他们文化之舟前进的风帆——印刷术和纸，也是中国人的发明。这些发明造福于人类的功绩是永垂不朽的，我们祖先的智慧理所当然地受到全世界的景仰。



司南

具实用价值。它是以天然磁石摩擦钢针制成，在地磁作用下保持指南性能；以后把它装置在方位盘上，就称为罗盘。

宋代人的制造指南鱼的方法是很有科学性的，它把铁片人工磁化并利用磁倾角作用，增大磁化程度。这说明了我国当时已在世界上首先发现了地球的磁倾角。这种人工磁化的方法，在欧洲是由英国人吉尔伯特在《磁石》一书中首先记载的，时间是公元1600年，比我国晚了500多年。

当时指南针的装置方法有四种。第一种装置方法是水浮，其缺点是"荡摇"。第二种装置方法是放在指爪上，第三种装置方法是放在碗唇上，这两种方法的缺点是"坚滑易坠"。第四种装置方法是以蜡粘悬丝，这种方法为"最善"。特别强调用"新纩中独茧缕"，这种新纩的纤维弹性和韧性强而均匀，以芥子点蜡相粘不会产生扭转弹性，可以确保准确指极性。

指南针在公元11世纪时已是常用的定向仪器。指南针的最大用途，是用来导航。中国典籍记载指南针用于航海，始于宋代，大大地促进了航海事业的发展。大约在12世纪末到13世纪初，指南针由海路传入阿拉伯，然后由阿拉伯传入欧洲。

038 古代科学史的坐标苏颂



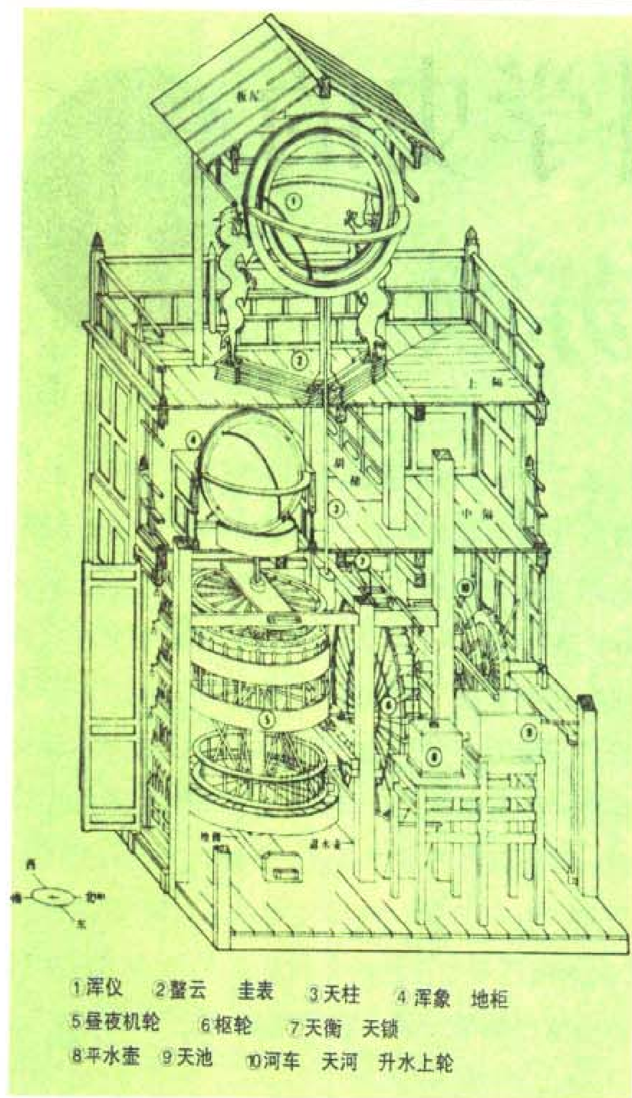
苏颂是中国宋代天文学家、药物学家。字子容，福建泉州同安人。生于宋真宗天禧四年，卒于徽宗建中靖国元年。仁宗庆历二年(1042)进士。先任地方官，后改任馆阁校勘、集贤校理等职九年，得以博览皇家藏书。宋哲宗登位后，先任刑部尚书，后任吏部尚书，晚年入阁拜相，以制作水运仪象台闻名于世。被英国李约瑟博士曾誉为："中国古代和中世纪最伟大的博物学家和科学家"。

里籍之考订

学术界对苏颂的研究远不及沈括全面和深入，对他的里籍许多专著其说不一。使我们在叙述他的生平之时，不得不略加考证。关于里籍，其说有三：第一南安说，第二同安说，第三丹阳说，以上三说都来自古人的记载，同安说依据宋代苏颂好友曾肇写的《赠司马苏公墓志铭》："又四世孙益（苏益是苏颂入闽始祖）随王朝入闽，生光诲，仕闽为漳州刺史，居泉州同安，遂为同安人。"南安说依据《宋史·苏颂传》："苏颂，字子容，泉州南安人。"此外《四库全书总目》在《新仪象法要》条下也说："颂，字子容，南安人也。"其影响十分广泛。丹阳说主要是依据苏颂的题跋。依照史料、文物来看，苏颂的里籍应为同安。苏光诲乃苏颂之高祖，所建之大第，即苏颂故居——庐山堂。《同安县志·名胜宅第卷》："宋丞相苏颂宅在县西北葫芦山下。"现苏颂故居庐山堂已修缮一新，它的位置正处于葫芦山下，


浑象


假天仪



水运仪象台结构图

水运仪象台于北宋祐三年(1088)由苏颂等人创制，是以水为来运转的天文钟。全台高三丈六尺(约12米)，分为三层。下层是动力装置及报时钟楼，中层安装浑象，上层为露天台面，设置浑仪。水运仪台象动力装置中有一组枢轮机械，是近代钟表中擒纵器(卡子)原理的最早的发明和运用。

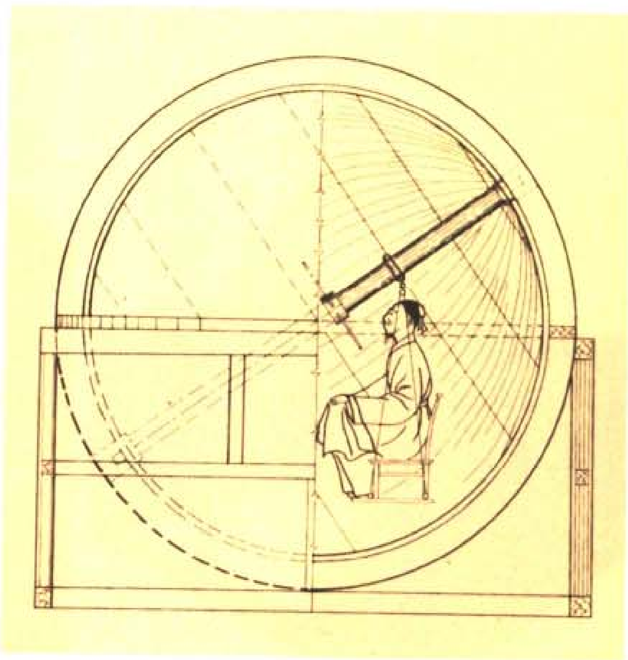
坐向也符合“坐丑向未兼癸丁。”它屡毁屡建，其后殿还保存了一尊苏颂的塑像。朱熹的记载也可证明苏颂的里籍为同安。如他在《奉安苏丞相祠告先圣文》中说：“故相苏颂，同安人也。”朱熹与苏颂同为宋代人，他写这些话的时候正任同安县主簿，他的话是可信的。最有力的证明是苏颂自己关于家世里籍的记载。

生平之业绩

苏颂是一个终生从政的封建官吏，从宿州观察推官，一直到任最高的宰相。从23岁入仕到82岁官拜太子太保。他一生做过四种官，领导科技工作的官和外交专使。不论任哪种官，他都不失时机地利用自己的科技干好工作，造福民众。元丰四年（1081）他任沧州知府，黄河泛滥，他深入灾区，调查研究。在沟河、支家河工程的修浚中，他也亲预其事。在杭州任内，他把凤凰山的泉水引入府衙和市区做自来水用，造福百姓。

苏颂在中央任职期间，两次被授命领导科技工作，他都出色地完成了任务。第一次是从嘉祐二年（1057）任校正医书官开始。最初，他参与了《嘉祐本草》的编纂工作，后来他领导了《本草图经》的编写工作。他在领导这一工作时，采用了发动广大医师和药农呈送标本和药图，并详细地写出说明文字的方法。改变了过去从书本到书本的脱离实际弊病，为纠正本草药物混乱和错讹做出了贡献。这是一次发动群众，依靠群众，全国性的科学普查工作。李时珍评价这本书时说：“考定详明，颇有发挥。”他是《证类本草》的范本，为《本草纲目》的编撰铺平了道路。

苏颂第二次领导科技工作是元祐元年（1086）11月，他受诏定夺新旧浑仪，研制水运仪象台。他接受任务后首先是四处走访，寻觅人才。选好



假天仪的结构示意图



浑仪

浑仪是古代测定天体位置的坐标仪器，自汉代以来历朝都有制造。本仪是北宋水运仪象征的一部分。

了他的科研班子，于元祐二年（1087）8月16日请求置局差官，组成了“详定制造水运浑仪所”。苏颂叫手下韩公廉写出《九章勾股测验浑天书》一卷，苏颂阅后，命他研制模型。韩公廉造出木制机轮一座。苏颂对木制机轮经过多次实验，然后才奏请皇帝另派人实验和鉴定，鉴定其准确性后苏颂才开始用铜制造水运仪象台。经过三年零四个月的工作，终于制成了有世界性贡献的水运仪象台。

苏颂还做过外交专使，在任贺辽主生辰使等外交官时，两次赴辽国。他写了《前后使辽诗》，并绘记道路所见，山川形势，记述牛马牧养方法等等，都是珍贵的科技资料。

现存之著述

苏颂编撰的著作见于著录的九部：其一，《苏魏公文集》72卷，其二《新仪象法要》3卷，其三《本草图经》21卷，其四《魏公题跋》1卷，其五《苏侍郎集》1卷，以上五部均已传世。其六《浑天仪像铭》1卷，其七《元祐详定敕令式》56卷，其八《华戎鲁卫信录》250卷，其九《迩英要览》。后四部中《华戎鲁卫信录》的要目流传下来，其他三部从《宋会要辑稿》、《续资治通鉴长编》、《苏魏公文集》中可了解所写的内容。还有苏颂言行实录，也可以视为苏颂的著述。其著述中，科技成就最显著者，应首推《新仪象法要》。苏颂的第二本重要的科技著作是《本草图经》。其保存了北宋药物普查的科学成果，发展了古代的医药学，收集了宋以前的大量经方，保存了有关生物、矿物、冶金、化学、地质等大量科技资料，是本草学中一本承前启后的杰作。《苏魏公文集》和《魏公谭训》对研究苏颂的生平、家世、交游及宋代的政治、经济、文化、科学等都很有帮助，是两部丰富的宋代文献资料。

苏颂的科技成就

夺取三项世界第一的科研项目。

苏颂与韩公廉领导研制的水运仪象台不仅在中国科技史上，而且在世界科技史上也有重大贡献。现代天文台圆顶自由启闭室和跟踪机械转仪钟以及机械钟表的锚状擒纵器，都可以在水运仪

苏颂的家庭教育和科举考试

苏颂的祖先在唐末入闽，世代为闽南望族，其父苏绅中过进士。苏颂出身于书香门第，从小聪敏好学，经受了严格的家庭教育。

苏颂对科举的态度，切中时弊，为王安石赞赏并加以采用。苏颂主张采取乡举里选和改革人才的考核办法，反对唐及五代以来以诗文取士，不务实学，专尚浮文的制度，极力主张学校博士“应分经课试诸生以行艺，为升俊之路”“议贡举欲先实行，而后文艺。去弥封誊录之法，使有司参考其素行”。就是说，学校应分系分科教育，考核学生，从中选举有实际本领的专门人才。选拔人才不能单看诗词文章，更要了解其实际本领与做人的品德如何。这种重视实践，品学兼顾的选举办法，深得王安石赏识，并付之实行。且主张优化学校管理。

象台中找到其先祖。仅此一项研究，就为我们民族争得了许多荣誉。

世界上保存至今最早最完整的机械图纸。

苏颂在《新仪象法要》中，为我们留下了机械和天文图纸60余幅，绘制机构零件50多种，每图都有详细的说明文字。这是我国现存最早最完整的机械图纸，也是世界科技史上的珍贵资料。

现存国内最早的纸绘全天星图。

苏颂在《新仪象法要》中，为我们留下的星图计14幅。苏颂之前的“敦煌星图”也是纸绘全天星图，但被斯坦因窃往国外。所以苏颂的星图是保存在国内的最早的纸绘全天星图了。苏颂的星图更科学、更有创新。

中国流传至今有图的第一部本草著作——《本草图经》。

水运仪象台

水运仪象台是我国古代一种大型的天文仪器，由宋朝天文学家苏颂等人创建。它是集观测天象的浑仪、演示天象的浑象、计量时间的漏刻和报告时刻的机械装置于一体的综合性观测仪器，实际上是一座小型的天文台。

整个水运仪象台高12米，宽7米，共分3层，相当于一幢四层楼的建筑物。最上层的板屋内放置着1台浑仪，屋的顶板可以自由开启，平时关闭屋顶，以防雨淋，这已经具有现代天文观测室的雏形了；中层放置着一架浑象；下层又可分成五小层木阁，每小层木阁内均安排了若干个木人，5层共有162个木人，它们各司其职：每到一定的时刻，就会有木人自行出来打钟、击鼓或敲打乐器、报告时刻、指示时辰等。在木阁的后面放置着精度很高的两级漏刻和一套机械传动装置，可以说这里是整个水运仪象台的“心脏”部分，用漏壶的水冲动机轮，驱动传动装置，浑仪、浑象和报时装置便会按部就班地动作起来。

这台仪器的制造水平堪称一绝，充分体现了我国古代人民的聪明才智和富于创造的精神。



苏颂故里碑

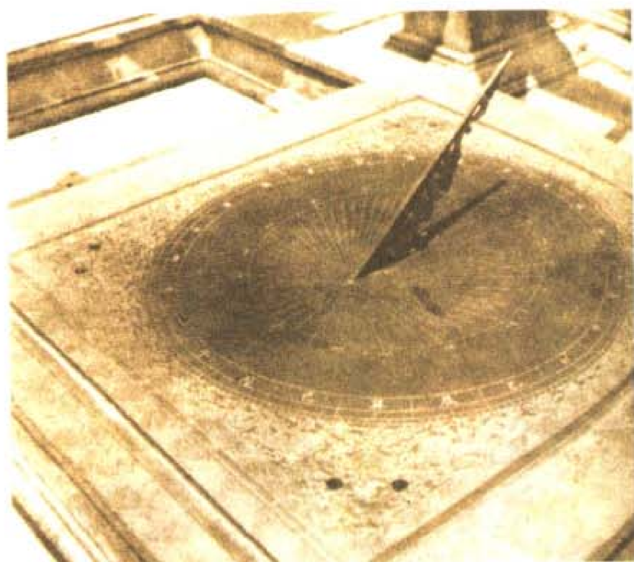
《本草图经》通过对药物的记述，从社会生活的各个角度，反映了社会基层人民群众的实际生活，为后世留下了许多珍贵的史料。

苏颂是不仅在科学技术史上给我们留下了宝贵的物质遗产，同时他也为我们后人留下了大笔的精神财富。他那勇敢的开拓精神、先进的科学思想还有可贵的人才观点、优化学校管理等的思想都值得我们后人学习和效法。苏颂不仅勇于实践，而且对查不明，测不准的，他勇于存疑。这种实事求是尊重科学的态度，也是十分值得称道的。对于那些来自药农互相矛盾的药物说明，他一时分辨不清，就两存其说，决不强不知以为知；对于那些无处采集，又弄不准的药物，他采取存疑待考的方法。在绘制《新仪象法要》星图时，对于开封观测不到的星宿，他决不推测，也是采取空白存疑的办法。苏颂的科学思想和致力于科学的方法，也是他留给我们的精神财富的一部分。

039 最精良的历法《授时历》



至元十三年（1276）元世祖诏命改治新历，经过许衡、王恂、郭守敬等人4年的努力，于至元十七年完成，元世祖赐名《授时历》。王恂是以算术闻名于当时的，元世祖命他负责治历。他谦称自己只知历数，可负责推算，但负责人要找一个深通历理的人，于是他推荐了许衡。许衡是当时大儒，对于易学的研究尤为精深，接受任命以后十分同意郭守敬"历之本在于测验"的看法，支持制造仪器进行实测。至元十八年（1281），《授时历》颁行天下，许衡于同年病卒，王恂已于前一年去世，这时有关授时历的计算方法、计算用表等尚未定稿，郭守敬又挑起整理著述最后定稿的重担，成为参与编历全过程的功臣。

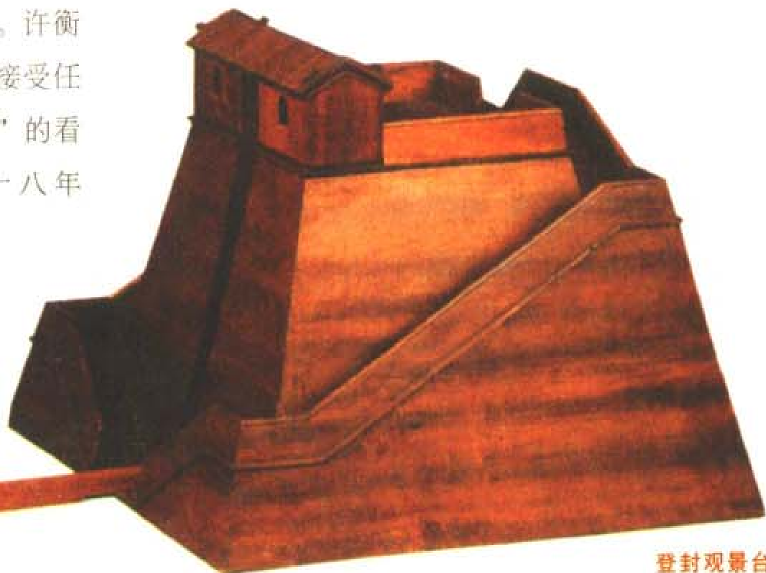


正方日晷

《授时历》为元朝至元十八年（1281）实施的历法名，原著及史书均称其为《授时历经》。自从炎黄人类始出，就开始与天文历法纠缠不休。从最早的观象授时开始，经过世代的不断努力，人们积累了越来越多的天文学知识，并逐渐形成了内容丰富且具有独特风格的天文学体系。而郭守敬与王恂等人共同编制的《授时历》，则是我国古代历法发展到巅峰状态的标志。

《授时历》规定一年为365.2425日，距离近代的观测值365.2422仅仅相差了26秒精确度，与公历差不多，但是却比西方公历的提出早了300多年，每月为29.530593日，以无中气之月为闰月。

为了确定精确的回归年长度及岁差常数，郭守敬收集从大明六年（462）到至元十五年（1278）间的冬至时刻，又从中选出六个较准确的数据，求得一回归年长为365.2425日。此值与现行



登封观景台

公历（格雷戈里历）值相同，但在时间上要早三百多年。在取得这些巨大成就的基础上，郭守敬又计算出五项新的数据：（1）太阳在黄道上不均匀的运行速度；（2）回归年长度及岁差常数；（3）冬至日太阳的位置；（4）由太阳的黄道积度计算太阳的去极度；（5）白道与赤道交点的位置。

《授时历》采用的天文数据是相当精确的。如郭守敬等重新测定的黄赤大距（黄赤交角）为古时度数23.9030度，约折合现今度数23°33′34″，与理论推算值的误差仅为1′36″。法国著名数学家和天文学家拉普拉斯在论述黄赤交角逐渐变小的理论时，曾引用郭守敬的测定值，并给予他以高度评价。

《授时历》正式废除了古代的上元纪年，而是截取近世中任意一年为元年。比如它以1281年为历算的起始年份，这一年的各历法要素，如冬至时刻和日躔、平朔、月亮过近地点和降交点、五星平合等等，均由实测而得，并分别令其为有关历法问题计算的起始点。授时历还以万分法代替分数法。这两点是郭守敬等人总结前人经验基础上作出的明智抉择。

对于日月五星运动不均匀改正的计算方面，授时历明确应用了完善的三次差内插法。研究表明，这些算法与古代希腊和印度所使用的相应算式的精度相当，即在这一论题上，中西天文学达到了殊途同归的境地。

授时历还提出了黄道宿度变换、白赤道宿度变换和太阳视赤纬计算的数学公式，这些公式是由数学方法推衍而得的，与前人类似公式得来的途径大不相同。考其所用的数学方法，实际上已经开辟了通往球面三角法的蹊径，所以具有天文学和数学进展的双重意义。

明代初期颁行的“大统历”基本上就是“授时历”，如把这两种历法看成一种，可以说是我国历史上施行最久的历法，达364年。《授时历》之所以沿用这么长时间，和它的计算精度非常高有很大关系。首先，它使用



简仪

了当时世界上最为精确的天文资料，如它的回归年的长度365.2425日，这和现行的公历所采用的数值是一样的；其次，它吸收了《统天历》首先发现回归年的长度在逐渐变小的观点，规定一百年中回归年的长度减小0.0001日，虽然这个数值有点大，但它与《统天历》相比，还是要精确一些。另外，《授时历》废除了沿用了上千年的上元积年和用复杂分数表示天文资料的办法，不仅大大简少了计算量，也保证了计算精度。《授时历》在计算方法上也有很大的创新，如为了对太阳、月亮的不均匀运动进行改正创造了三次插内插法；为了进行黄道和赤道宿度之间的转化以及太阳视赤纬的转化，而创立了类似球面三角法的数学方法。

关于《授时历》由谁主编一说，历史上出现过分歧和误差。比如元朝的《元朝名臣事略》、《元文类》等史料均记载许衡为《授时历》主编，特别是许衡的遗著《许文正公遗书》卷十二有《授时历》全文——《授时历经》。明朝初期的宋濂等编撰的《元史》，记载了《授时历》的编撰过程及其主要的几个作者，而且在《历志》中，明确指出许衡是《授时历》的主编，在清魏源撰写的《元史新编·历志》及其他诸多史书中均有同样记载。说明在明、清两朝同样记载许衡为《授时历》主编。但是，现当今，我们更多的人认为《授时历》是由郭守敬主编的，甚至有些没有较好的了解天文历史或科技文化发展的人，把郭守敬看作是《授时历》的作者。这些观点的差异和偏差正是说明在历史的传承过程中，曾经出现过分歧和偏差。

但是总的来说，《授时历》自元及明行用了360余年，它作为我国古代传统历法发展的高峰而被载入史册，对我国天文历法的发展进步，和对农事的指导方面起到了积极的推动作用。



铜壶滴漏

郭守敬与天文仪器改革

郭守敬(1231-1316)，字若思，顺德邢台(今河北邢台)人，是元代著名的科学家。他在天文仪器制造、天文观测和水利工程等科学技术领域中成绩卓著，他与王恂等人共同编制的《授时历》则是我国古代历法发展到巅峰状态的标志。

至元十三年(1276)，郭守敬被受命编制历法，他认为天文历法的根本在于测验，而测验的仪器最重要的应当属仪表，于是他领导进行了大规模的仪器改革。郭守敬改革了16种仪器，其中贡献最大的是简仪，高表和景符。简仪沿着沈括简化浑仪的方向做出了新的贡献。它摒弃了把几种不同系统坐标的周环集中在一起的做法，把浑仪分为赤道经纬仪的地平经纬仪(又称立运仪)。这是我国第一台独立的地平经纬仪。简仪把我国传统的赤道式天文仪器发展到一个新高峰，在欧洲直到16世纪末丹麦天文学家才造出与简仪相似的仪器，比简仪晚了300年。

郭守敬又根据针孔成像原理发明了测影仪器——景符。景符的发明使测影精度大大提高。宋代的天文仪器达到了中国古代的最高峰，它为天文测量的大量成就创造了前提。

040 法医学专著《洗冤集录》



中国古代法医学著作——《洗冤集录》的作者是南宋宋慈，刊于宋淳祐七年（1247），是世界上现存第一部系统的法医学专著。

我国最早的法医验伤者首先见于《礼记·月令·孟秋之月》：“瞻伤、察创、视折、审断，决狱讼，必端平。”蔡邕注：“皮曰伤、肉曰创、骨曰折，骨肉皆绝曰断。”“理官”的验伤定罪，可以视为我国法医学的萌芽。1975年发现的睡虎地秦墓竹简，有《法律问答》和《封诊式》两书，更多地记载了有关法医学的内容。汉至唐时期，在死亡与尸检、暴力死的确定、滴骨验亲等方面继续积累了经验，并取得了一些新成就。五代时和凝父子的《疑狱集》是我国最早的具有治狱性质的著作。宋代无名氏的《内恕集》《结案集》，郑兴裔的《检验格目》，郑克的《折狱龟鉴》，贵万荣的《棠阴比事》，都有法医学的论述，但更多的内容是案例记录，还不是体系完整的法医著作。但这些书为《洗冤集录》的诞生铺平了道路，宋慈正是总结了这些书中的法医学成就，并加以新



《洗冤集录·验尸图》

宋慈的科学精神

宋慈的求实求真精神表现在对尸体的具体检验方面。检验尸体，即给死者诊断死因，技术性很强，在一定程度上难于为活人诊病。不仅要有良好的思想品德，而且必须具备深厚的医药学基础，把握许多科学知识和方法。儒者出身的宋慈，本无医药学及其他相关科学知识。为弥补这一不足，他一方面刻苦研读医药著作，把有关的生理、病理、药理、毒理知识及诊察方法运用于检验死伤的实际；另一方面，认真总结前人的经验，以防止“狱情之失”和“定验之误”。在多年的检验实践中，力求检验方法的多样性和科学性，在此方面可谓不遗余力。仅从流传至今的《洗冤集录》一书来看，其中所载检验方法之多样、全面，其精确度之高，都是前无古人的。这也是书中科技含量较高的、最精彩的内容。











《导引图》

从马王堆汉墓帛书《导引图》可知，最迟在西汉初期我国已有描绘导引动作姿势的图谱。汉代以后，特别是宋代以来，有很多导引图谱问世。

的理论探索和实践，才写成了《洗冤集录》。

宋慈（1168-1249），字惠父，福建建阳县童游里人。少受业于同邑“考亭高第”吴稚门下，受朱熹的考亭学派（又称闽学）影响很深。学习到理学家格物致知、反躬实践的治学精神；凡事讲求实事求是，探求真理。宋宁宗嘉定十年（1217），中了进士，初任江西信丰县主簿，绍定元年（1218）转为郑性之幕下参军，绍定四年升福建长汀知县。嘉熙元年（1237）任绍武军通判，嘉熙二年调剑南州通判。嘉熙三年任提典广东刑狱。第二年转任江西提典刑狱兼赣州知县。这是他第二次任司法刑狱官。淳祐元年（1241）任知常州军事，淳祐七年任直秘阁提典湖南刑狱，第三次主管司法刑狱。淳祐八年直宝谟阁奉使四路，“皆司臬事”，这是他第四次主管司法。次年升直焕阁知广州、广东略安抚使。淳祐九年（1249）在广州任上，忽患头眩之疾，3月7日逝世，第二年7月15日归葬福建建阳。

宋慈居官清廉刚正，体恤民情，不畏权豪，决事果断。20余年官宦生涯中，大部分时间与刑狱方面有关，深知“狱事莫重于大辟，大辟莫重于初情，初情莫重于检验”，认为检验乃是整个案件“死生出入之权舆，直枉屈伸之机括”，因而对于狱案总是审之又审，“不敢生一毫慢易心”。发现吏仵奸巧欺侮，则亟予驳正；若疑信未决，必反复深思，决不率然而行。综观宋慈一生，多次任知县、知州等地方长官，又四次任司法刑狱、检尸验犯，洗冤惩贪等实践，积累了法医学经验。他从淳祐元年开始整理审

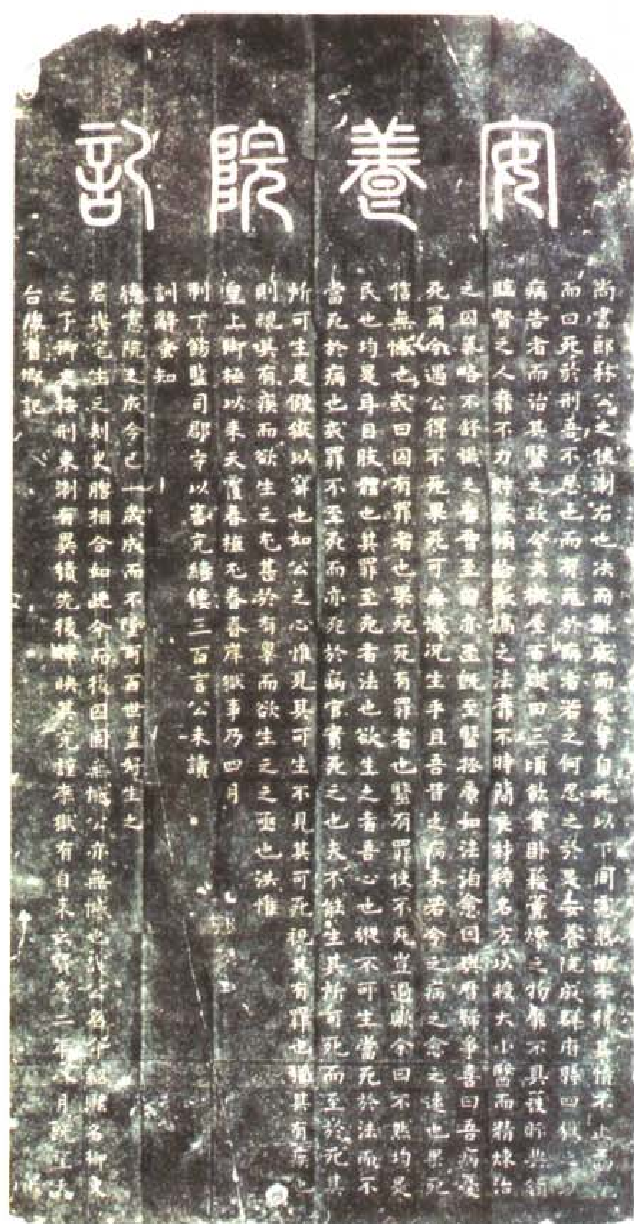
案检尸的经验，至淳祐七年（1247）完成《洗冤集录》的编写。

《洗冤集录》的初刊本已失传，现传最早版本是元刊五卷本《洗冤集录》。元刊五卷本保存了宋慈原书的内容。元代以后，致力于法医学的人对《洗冤集录》进行了大量的增补，虽使医学的内容更加充实和完善，但已经渐渐失去了宋慈之书的原貌。特别是清代《律例馆校正洗冤录》已掺入大量明、清、两代的内容，必须注意加以鉴别，不能一概写在宋慈名下。

宋慈原书为五卷，其内容第一是法律条令、



绸女袜裤



宋·安养院碑拓

金、元时期四大医学学派

辽、宋、夏、金、元之间的频繁战争，使人民生活困苦，饥饿劳悴，疾病丛生。当时医学家们在向疾病做斗争的过程中，由于所处的时间、气候各异、病人不同，对疾病的认识和采取的方法也不同。于是出现了各自不同的学术见解，在医学理论的探索中，形成了不同流派，出现了学术上百家争鸣的局面，产生了金、元时期四大医学学派。

一、刘完素为首的寒凉派，主张病机和用药中的“火热论”，但仍坚持辨证施治原则，又主张“病气热则除其热，寒则退其寒，……除邪养正，平则守常，医之道也”。其不足之处是没有明确论述病理变化的内在原因。

二、张从正为首的攻下派，其理论是攻邪扶正，邪去则安，他对于滋补也有创见。但他的理论由于强调攻邪而忽视扶正，有些片面性，而在用药实践上三法也不能代替中医理论的八法。

三、李杲为首的补土派，李杲研究《内经》，经过临床实践，创立了“内伤论”学说。他的中心思想是“内伤脾胃，百病由生”。补土派理论的不足之处，其一是侧重胃阳，忽略胃阴，其二是侧重脾胃与肾的关系，而忽略脾胃与心肝的关系。

四、朱震亨为首的滋阴派，他将刘完素的火热论发展为相火论。他指出纵欲伤阴，是导致疾病的内因。滋阴派的学说没有摆脱唯心主义的影响，特别是书中的运气学说较多地宣扬了宿命论。

总检规定、疑难验例；第二卷是初验、复检规定，检妇规定，检妇婴尸注意事项，尸体四肢腐烂情况、洗罨，验已埋尸、烂尸的方法等；第三卷是验骨、验自缢，区别真假自缢与真假自溺；第四卷是各种杀伤、火死、汤泼死、病死、毒死的检验；第五卷是验罪死囚、受杖死、跌死、塌压死、塞口鼻死、雷击死、虎咬死是验罪等等的尸检，并附有辟秽和急救的方法。它包含了现代法医学中心内容的大部分。它不是零散的记载方法和事例，而是系统地阐述法医学的试题检查方法与各种死亡情况下的检查所见。说明了它是最早的系统法医学做作，而我们的现代法医学正是在此书开创的基础上逐渐发展起来的。

宋慈的《洗冤集录》是一部广泛地总结尸体外表检查经验的法医学著作，对现场检查、尸体检查、尸体现象、窒息、损伤等各方面都进行了大量的观察和科学归纳。对法医学做出了杰出的贡献。包括尸斑的发生机制与分布；缢死绳套的分类、缢痕的特征和影响的条件；勒死的特征与自缢的鉴别；腐败的表现和影响条件；尸体现象与死后经过时间的关系；溺死与外物压塞口鼻死尸所见；棺内分娩的发现；骨折的生前死后鉴别；各种刀伤的损伤特征、生前死后及他杀的鉴别；防御性损伤的发现。上述十项并不能包括《洗冤集录》对法医学的全部贡献。例如，致命伤的确定，窒息性玫瑰齿的发现，有关未埋尸、离断尸以及火烧、临高扑死等各种死亡情况下的具体现场检验方法等等，都是对法医学的重要发现和实际运用。

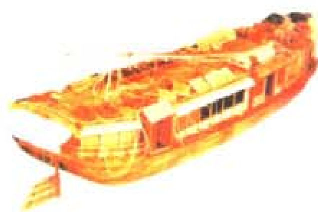


宋慈墓地

《洗冤集录》在我国法医学史上是一部划时代的奠基性著作。它不仅继承了以前法医学的尸体检验成就，而且成为以后历代检验书籍的祖本。也是世界公认的第一部系统的法医学著作。欧洲法医学奠基人佩尔写于1575年的《外科手册》中，开始有法医损伤学方面的论述。1598年（一说1602年）意大利的菲德里出版了《医生的报告》一书，它是欧洲第一部系统的法医学著作。前者比《洗冤集录》晚351年。《洗冤集录》先后被译成日、法、英、荷兰、德、俄等国文字，为世界法医学做出了贡献，为祖国赢得了崇高的荣誉。


宋·三彩刻花八方枕

041 记载水文大事的《海潮论》



北宋著名科学家燕肃在越州、明州等沿海地区任职期间（约1014-1024），对海潮进行了10年之久的实地观测，积累了大量可靠的资料，并在研究古人潮汐理论的基础上，对海潮规律这一科学问题进行深入研究，于宋真宗乾兴元年(1022)，在明州总结自己的研究成果，写成了著名的《海潮论》。这是我国古代潮汐学研究的扛鼎之作，比西方国家整整先进了700余年。

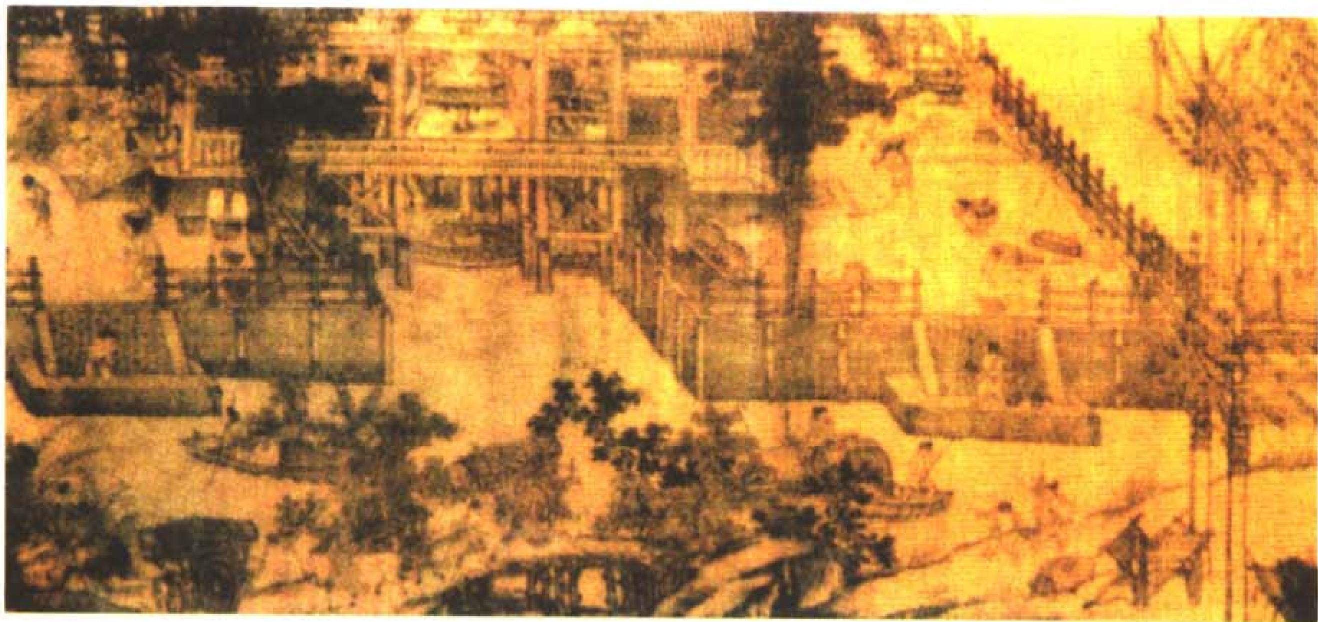
燕肃为什么要写《海潮论》呢？

爱民思想是燕肃致力于科技的基石。燕肃"少孤贫"，生活在社会底层多年，深知民间疾苦。40岁以后才做官，一直关心民瘼。爱民思想把他引向了科技之路。他长时间地在北起绍兴，中经宁波、潮州、惠州、广州、恩平、雷州、化州，南到广西合浦，绵延几千里的海岸诸州县为官。这里的百姓多数以船为家，靠海为生，穿行于风浪里，生活于波涛中。研究海潮、气象和天文，这直接关系到渔民的身家性命。《海潮论》和莲花漏正是他进行潮汐和天象研究时所产生的一对孪生兄弟。

爱国和为了增加政府的财政收入，也正是燕肃致力于海潮研究的动力。宋政府在燕肃做官的

《五经总要》

宋代军事著作。北宋曾公亮、丁度等奉敕编集。共40卷。前集20卷，包括《制度》15卷，《边防》5卷；后集20卷，包括《故事》15卷，《占侯》5卷。《制度》部分不仅摭采宋代与前代的兵法、军事条令之类，介绍宋时的战术、战阵、训练、军队编制、装备等情况，还首次附有大量武器、阵列等插图，是权术的精华。



闸口盘车图

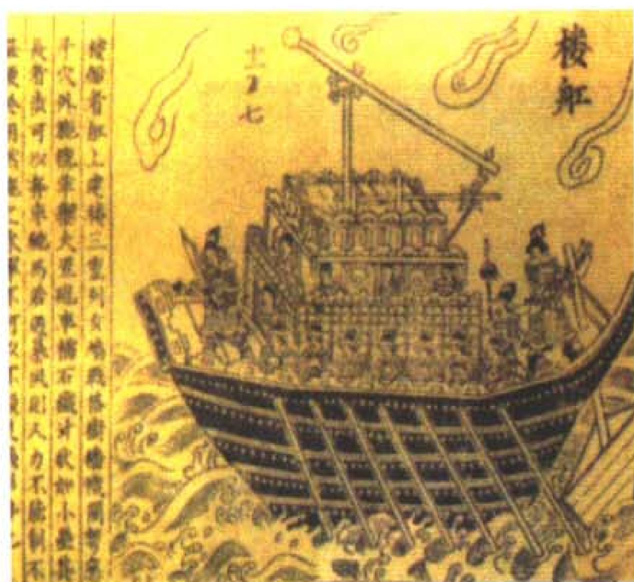
会稽设立灯塔，指引航船；宋政府派船出航，除使用官船之外，还雇用民船。而潮汐对航海、造船、港口建设、百姓生命财产都有直接关系。出海远航，必识潮候；港口建设必知潮位；海船入河，必知潮汐时差。爱国恤民的燕肃正是为了增加政府收入，保护百姓生命财产，才长期致力于海潮研究，矢志不移，十载如一。



宋·汴河客船

燕肃的《海潮论》在史上有巨大的成就：

第一，燕肃明确地提出日月的作用是海潮的成因，他朝着正确的结论——日月的引力形成了潮汐，又向前推进了一大步。唐代的卢肇虽然首次提出了潮汐与日月有关，但却认为是太阳落入大海激水而成，这是完全错误的。而燕肃认为"日者众阳之母，阴生于阳，故潮附之于日也。月者太阴之精，秘阴类，衣之于月也，是故随日而应月，依阴而附阳，胎于朔望，消于魄，虚于上下弦，息于辉朒，故潮有大小焉。"虽然他像前辈一样从阴阳五行出发，来阐述日月与潮汐的关系，但他却是第一个正确提出潮汐的起落是依附日、月的人，只差没说出"引力"二字了。我们没有理由苛求于古人，在这一点上，他达到同时代人所不曾达到的高度。与他同时代的科学家沈括是中外敬慕的，但沈括只是批判了卢肇的日落激水成潮的谬说，在阐述潮汐成因时，并没有达到燕肃那样接近真理的程度；世界瞩目的科学家伽利略17世纪时，还反对月球影响潮汐的理论。相比之下，就可以看出生活于10世纪的燕肃是何



楼船

燕肃绘《春山图》

燕肃工诗善画，以诗入画，意境高超，浑然天成，为文人画之先驱。善画山水寒林，与王维相上下。亦擅人物、牛马、松竹、翎毛，在京师太常寺、翰林学士院作屏风画，景宁坊寓所及睢、颍、洛等佛寺中都有其巨幅壁画(今皆湮没无存)。《宣和画谱》著录御府所藏其作品有《春岫渔歌图》《夏溪图》《春山图》《冬晴钓艇图》等37件。传世作品有《春山图》卷，纸本，墨笔，纵47.3厘米，横115.6厘米。画上春山耸秀，溪流板桥，竹篱村舍，高松垂柳和高士在山水中寻幽访胜的刻画，流露出画家对林泉之乐的向往。画中生拙凝重的笔墨和山水造型，带有早期文人画的形迹。

等的超群出众。

第二，他是潮汐研究史上第一个提出具体潮汐时差数值的人。他说：“今起月朔夜半子时，潮平于地之子位四刻一十六分半，月离于日在地之辰次，日移三刻七十三分半，对月到之位，以日临之次，潮必应之。至后朔子时四刻一十六分半，日月潮水俱附于子位，是知潮常附日而右旋。以月临子午，潮必平矣；月在卯酉，汐必尽矣。或迟速消息之小异，而进退盈，终不失期也。”在上述引文中，应肯定两点成就：他首先提出了大尽“三刻七十二分”，小尽“三刻七十三分”的具体潮汐时差；唐代窦叔蒙的潮汐时差50分28秒和封演的潮汐时差小尽51分26秒，大尽49分30秒。虽然比燕肃的准确些，但都是今人替他们推算出来的。其次，他通过长期细致的观察肯定了潮汐涨落的规律。书中告诉我们当初一小时潮水依附太阳而转向西，当月亮在子时或午时接近上中天时，肯定会达到最高的大潮；当月亮在卯时（上午6时）或酉时（下午6时）上中天的时候肯定是最低的小潮。上述的规律，在时间上可能出现快慢进退的小差异，但整个的潮水涨落和大小是不会错过固定的时间的，燕肃写出了天体对潮汐的影响，写出了精确的潮汐涨落规律。

第三，他通过长期反复的观察，绘制了一个宁波的潮汐表。他在《海潮论》中说：“朝夕观察潮汐之候者有日矣。得以求之刻漏，究之消息，十年用心，颇有准。”《宋史·燕肃传》说他“在明州（今宁波）为《海潮图》，著《海潮论》。”可惜他的《海潮图》失传了。

燕肃以后，仍有许多人研究潮汐，如北宋的邵雍、张载；南宋的马子严、朱中有；元朝的郑思肖、刘基；明朝的宣昭、陈天资；清朝的周亮工、屈大均等等。他们都没有超越燕肃的水平。所以，我们说燕肃的潮汐研究在中国古代科技史

燕肃

燕肃(991－1040)，字穆之，一字仲穆，一署上谷，青州益都(今山东益都)人。文学治行，缙绅推之，胸次潇洒，巧思过人。真宗大中祥符(1008－1016)间进士，官至龙图阁直学士，以礼部尚书致仕，人称“燕龙图”。学识渊博，精通天文物理，创造指南车、记里鼓，莲花漏等仪器。著有《海潮论》，绘制海潮图阐述潮汐原理。工诗善画，以诗入画，意境高超，浑然天成，为文人画之先驱。善画山水寒林，与王维相上下。亦擅人物、牛马、松竹、翎毛，在京师太常寺、翰林学士院作屏风画，景宁坊寓所及睢、颍、洛等佛寺中都有其巨幅壁画(今皆湮没无存)。《宣和画谱》著录御府所藏其作品有《春岫渔歌图》《夏溪图》《春山图》《冬晴钓艇图》等37件。传世作品有《春山图》卷，纸本，墨笔，纵47.3厘米，横115.6厘米。该画及《寒林岩雪图》现均藏故宫博物院；《山居图》纨扇，图录于《宋人院体画风》。

燕肃精于机械仪器制造。他创制的莲花漏，是一种多级漏壶，在中间一级壶的上方开有分水孔，使上面来的过量的水自动从分水孔溢出，让漏壶中的水位保持恒定。这种漏壶因制造简便，计时较准确，曾风行各地。天圣五年(1027)燕肃造指南车，其齿轮既简单又能自动离合，是古代有名的自动化机械之一。

燕肃深知民间疾苦，一生为官清廉，刚正不阿，经常为民办事，并因此得罪了当时朝廷上许多官员。当了10年的待制(等待朝廷诏命的官职)都没有得到升迁，只好上陈情诗为自己求情，才被升至龙图阁直学士，后来官至礼部侍郎时，辞官退休。

燕肃可谓天才加勤奋，做事认真，成为我国古代大发明家、科学家。此外，他还精通音律，能诗善画。据《宋史·燕肃传》中载，他的画多“入妙品，图山水罨布浓淡，意象微远”，尤善石木修竹，多有新意，其中《寒林屏风》，被誉为“绝笔”。

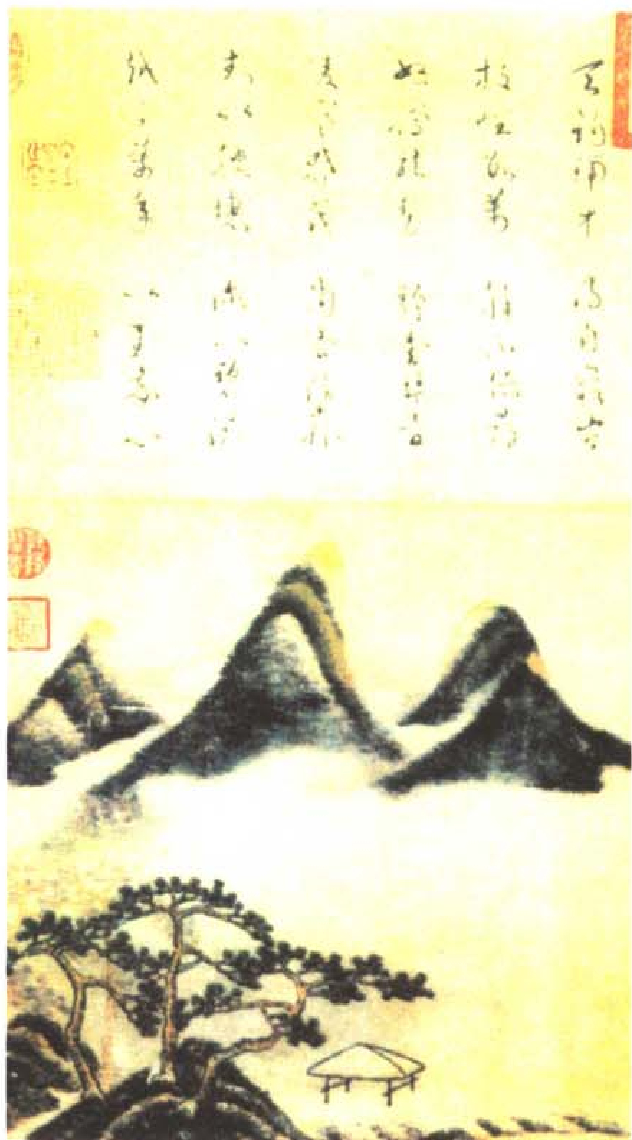
在宁波历代知府中，能够同时精通天文、机械、诗词、美术的官员并不多见。燕肃就是其中的一位。他的到任，极大地开化了明州百姓的思想，百姓们因此把他纪念在府学名宦祠中。



《元丰九域志》 北宋官修地理总志，王存等编著，十卷。以熙宁、元丰年间的四京、二十三路为标准，分路记载府、州、军、临、县的户口、乡镇、山泽、道里等项内容，叙述翔实可据。

上独占鳌头是一点也不过誉的。

他还发挥自己绘画的才能，通过详尽细致的观察，绘制了宁波的潮汐表和《海潮图》，《海潮论》中有相当一部分就是由详细的宁波潮汐表组成的。燕肃的理论对海潮的形成原因作了详细的论述，对宁波沿海每日潮候推算达到了当时最高的精确度，正确地提出潮汐的起落依附于日月，但主要与月亮在时间上有对应关系，即“盈于朔望，消于朏魄”，朔、望潮大，上弦、下弦潮小。所以后来城中的月湖要比日湖大得多。潮时逐日推迟，时间有大尽、小尽（一个月30天和29天）之分，将一天定为100刻，大尽3.72刻，3.73刻，具体在时间上可能出现快慢进退的小差异，但整个潮水的涨落和大小是不会错过固定的时间的。这一精确的时刻值，令西方学者惊讶。长期致力于中国古代科技史研究的李约瑟对此评价说：燕肃当时显然已经注意到天体的影响，他的表述已经同“万有引力”这类术语表述相当接近，观测精密到如此，令人难以置信。



北宋·米芾绘《春山瑞松图》

042 元代棉纺织家黄道婆

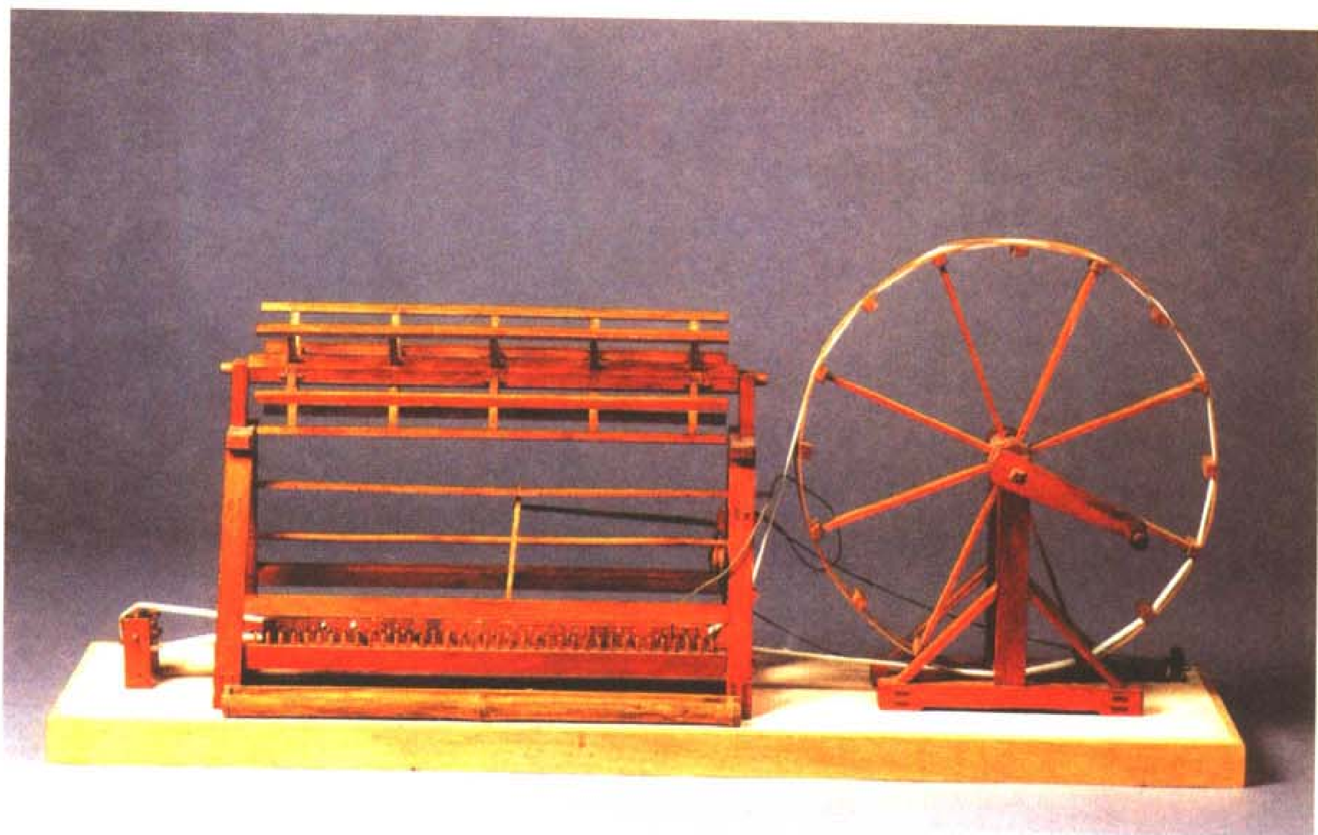


黄道婆，又称黄婆，生于南宋末年淳祐年间，约1245年，松江府乌泥泾镇（今上海徐汇区东湾村）人。黄道婆出身于贫苦农民家庭，在生活的重压下，十二三岁就被卖给人家当童养媳。白天她下地干活，晚上她纺织布到深夜，还要遭受公婆、丈夫的非人虐待。沉重的苦难摧残着她，也磨炼了她。有一次，黄道婆被她的公婆以及丈夫一顿毒打后，又被关在柴房里不准吃饭，也不准睡觉。她再也忍受不住这种非人的折磨，决心逃出去另寻生路。半夜，她在房顶上掏洞逃了出来，躲在一条停泊在黄浦江边的海船上，最后流落到海南岛的崖县。在封建社会里，一个从来没有出过远门的年轻妇女流落异乡，人生地疏，无依无靠，面临的困难是可想而知的。但是淳朴热情的黎族同胞十分同情黄道婆的不幸遭遇，接受了她，让她有了安身之所，并且在共同的劳动生活中，把他们的纺织技术毫无保留地传授给她。

当时黎族人民生产的黎单、黎饰、鞍塔闻名内外，棉纺织技术比较先进，黄道婆聪明勤奋，

江陵丝纺车

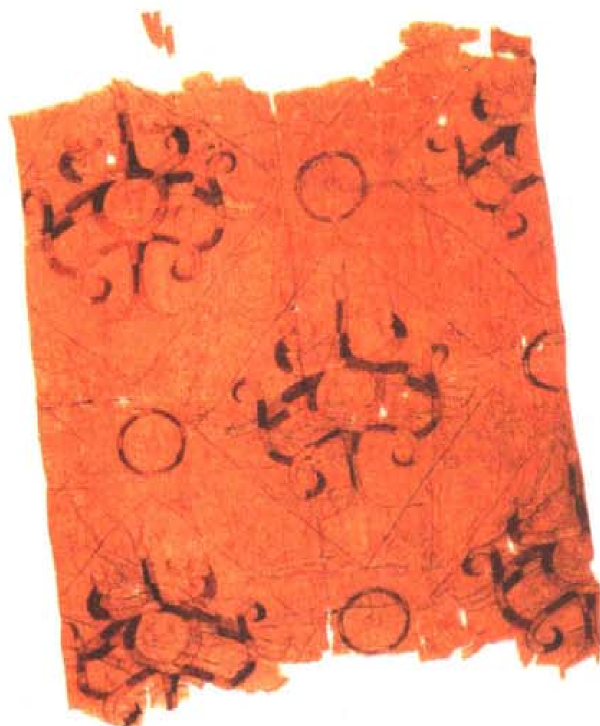
明清(1368-1911)。宽30厘米，长105厘米，高44厘米。其结构分两部分：一为丝纺车的动力来源，直径2米；一为车架，长2.5米，置56锭。纺车靠人力转动，使丝线合股加捻。这种纺车可能是从元代大纺车派生而来的。





带丝织品残痕铜片

商(前16-前11世纪)。长19.8厘米，宽14.1厘米，厚0.1厘米。目前发现的商代丝织品多粘附于其他物质之上。这块铜片上就留有丝绢的残痕。

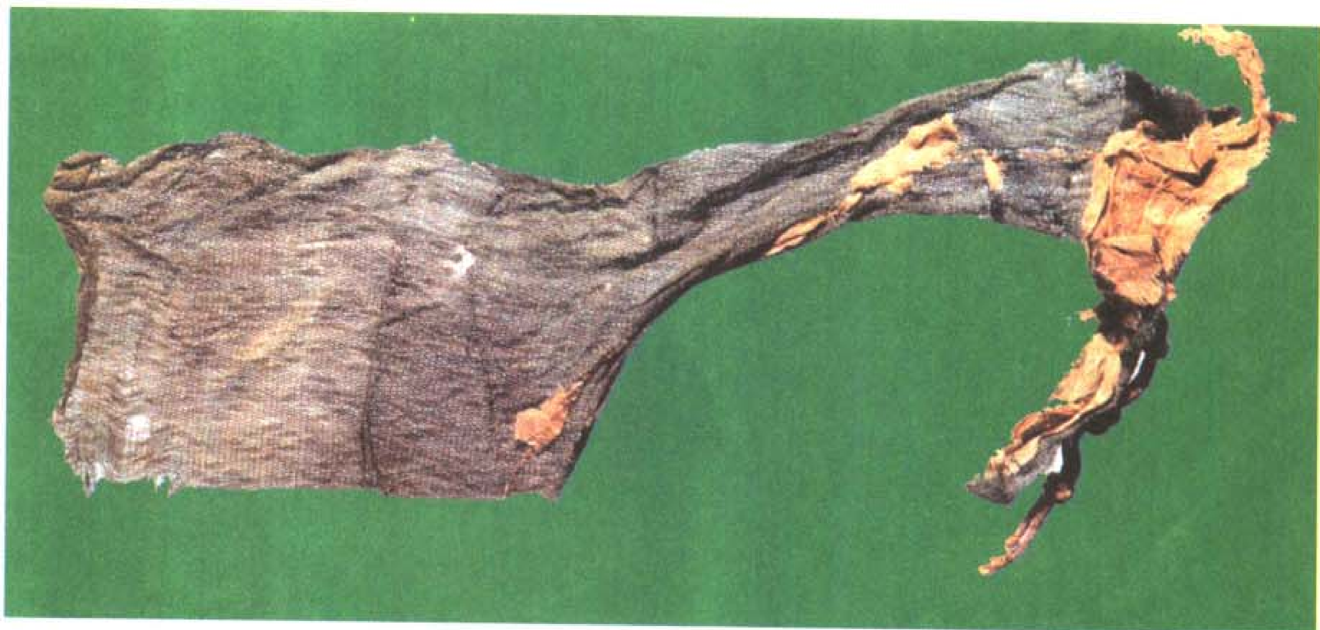


凤鸟凫几何文锦

战国(前475-前221)。中期，宽49-50厘米，幅边0.6厘米，厚0.33毫米。1982年湖北江陵马山一号楚墓出土，湖北省荆州地区博物馆藏为经线提花锦。

福寿吉庆纹缂丝椅被

明(1368-1644)。长133.5厘米，宽52厘米。椅被红地蓝边，由三组图案构成，图案中有寿瓶及花的纹饰。



绿色九点罗

唐(618-907)。长18厘米，宽5厘米。1983年青海都兰县一号吐蕃出土。采用传统的四经绞组织织成。

虚心向黎族同胞学习纺织技术，从当地黎族人学会了运用制棉工具织崖州被的方法，并且融合了黎、汉两族人民的纺织技术的长处，逐渐成为一个出色的纺织能手，在当地大受欢迎，并且和黎族人民结下了深厚的情谊。在黎族地区生活了将近30年。但是黄道婆怀念自己的故乡。在元朝元贞年间，约1295年，她从崖州返回故乡，回到了乌泥泾。黄道婆重返故乡时，植棉业已经在长江流域大大普及，但纺织技术仍然很落后。她回来后，就致力于改革家乡落后的棉纺织生产工具，她根据自己几十年丰富的纺织经验，毫无保留地把自己精湛的织造技术传授给故乡人民，一边教教家乡的人“以做造捍、弹、纺、织之具”，如去籽搅车，弹棉椎弓，三锭脚踏纺纱车等等。“人既受教，竞相作为，转货他郡，家既就殷。”（见《南村辍耕录》）黄道婆传授的棉纺织机具和技术，改变了家乡的贫困面貌。虽然她回乡几年后就离开了人世，但她的辛勤劳动推动了当地棉纺织业的迅速发展。

黄道婆以前，“松江府东去五十里许乌泥泾，其地土田硗瘠，民食不给，因谋树艺，以资生业，遂觅种于彼（指闽广）。初无踏车椎弓之制，率用手剖去子，线弦竹弧置案间，振掸成剂，厥功甚艰。”胡三省在《通鉴注》中谈到木棉时说：“木棉江南多有之，……土人以铁铤碾去其核，取如棉者，以竹为小弓，长尺四五寸许，牵弦以弹棉，令其匀细，卷为小筒，就车纺之。”可知就是棉织业较发达的江南也还是用手或铁铤去籽，只有线弦竹弓或小竹弓、小纺车之类的工具。至于长江以北的广大地区，根据元代司农司编的《农桑辑要》记载：“待子粒干取下，用杖一条，长二尺，粗如指，两端渐细如擀饼杖，用梨木板长三尺，阔五寸，厚二寸，做成床子。遂旋取棉子置于板

搅车、椎弓、三锭脚踏纺车

黄道婆对于轧花车、弹棉椎弓、纺车和织机等工具进行改革。她把去棉籽的踏车改为手摇轧棉的“搅车”。弹花原用1尺5寸长的竹弓线弦，改用四五尺装绳弦的大弹弓，用弹椎敲击绳弦，强劲有力，所弹棉花松散洁净。乌泥泾一带原来使用手摇单锭纺车，三四人纺出的纱只能供一架织布机之需，黄道婆参考丝和麻的纺车构造，把纺棉车改造成脚踏三锭式。这些在当时世界上是最先进的纺车，实在是个了不起的技术革命。



黄河源图

元代至十七年(1280)四月，女真人都实奉元世祖忽必烈之命，考察黄河源头。经过8个月的考察，绘制黄河源图，并标注了城、传(驿站)的位置，上报朝廷，受到了元世祖的嘉奖。此图是最早经实际测量绘制的河源地区土。它不仅在当时经济、水利和军事上有极大的价值，而且在世界测绘史上也占有重要地位。

上，用铁杖旋赶出子粒，即为净棉。拈织毛丝，或棉装衣服，特为轻暖。”除了铁杖、木板再无其它工具。因此当时效率很低，要三四个人纺纱才能供上一架织布机的需要。

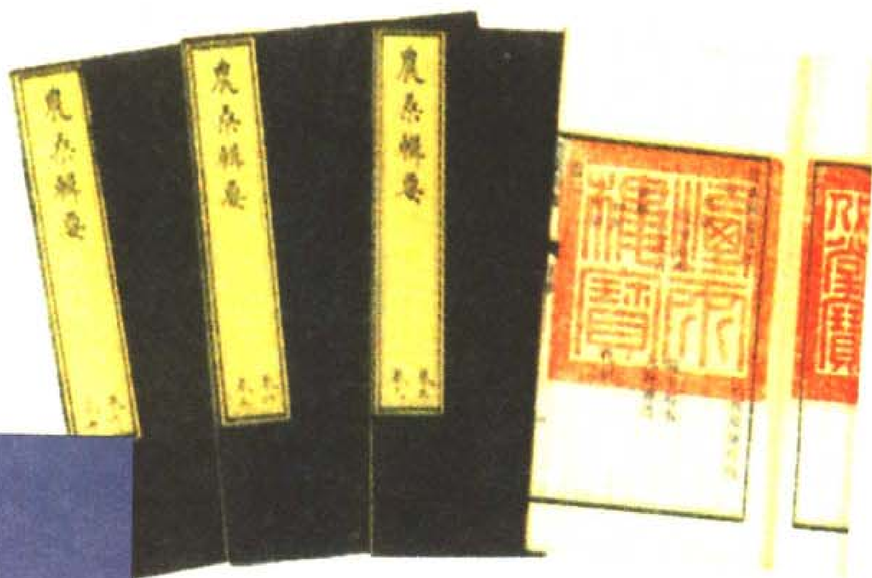
黄道婆跟木工师傅一起，经过反复试验，把用于纺麻的脚踏纺车改成三锭棉纺车，使纺纱效率一下子提高了两三倍，而且操作也很省力。因此这种新式纺车很容易被大家接受，在淞江一带很快地推广开来。黄道婆除了在改革棉纺工具方面做出重要贡献以外，她还把从黎族人民那里学来的织造技术，结合自己的实践经验，总结成一套比较先进的“错纱、配色、综线、絜花”等织造技术，热心向人们传授。因此，当时乌泥泾出产的被、褥、带、帨等棉织物，上有折枝、团凤、棋局、字样等都“灿然若写”。黄道婆之后的纺棉工具有搅车，就是踏车，用它去棉子，代替了铁杖；弹弓，长四尺许，比胡三省说的“长尺四五寸许”大了几倍，提高了功效；以竹为弓，以绳为弦，比使用线弦的功率也更大些；卷筵，以无节竹条擀棉成筒；纺车，比过去的大，比纺织苎麻的小，可纺成三绽；拨车，将纺完的棉摧放在稀类糊盆内度过，稍干就拨于车上；纫车，用它分络棉线；线架，用它将线导于车上。元代的棉织机就是用麻织所用的投梭布机，有杠、杼、卷车轴的装置等。



龙凤纹绦

战国(前475-221)中期。宽5.7厘米，厚0.42毫米。绦，使用来做衣袍领的织物。此龙凤纹绦，纬线起花条，地组织为平纹。花纹分上、下两段，各以龙凤为主题，整体花纹左右对称。

黄道婆使用了提花织机，她的纺织的品可以“错纱、配色、综线、挈花”，“其上折枝、团凤、棋局、字样，灿然若写。”足见工具之先进，技术之复杂。一时间“乌泥泾被”不胫而走，附近上海、太仓等地竞相仿效。这些纺织品远销各地，很受欢迎，很快淞江一带就成为全国的棉织业中心，经历几百年之久而不衰。16世纪初，当地农民织出的布，一天就有上万匹。18世纪乃至19世纪，淞江布更远销欧美，获得了很高声誉。当时称淞江布“衣被天下”，这伟大的成就其中当然凝聚了黄道婆的大量心血。



《农桑辑要》书影

“黄婆婆，黄婆婆，教我纱，教我布，二只筒子，两匹布。”这是上海一带劳动人民世代相传的一首歌谣。这首歌谣表达了人们对黄道婆为棉纺织技术作出卓越贡献的感激。黄道婆对棉纺织技术的巨大贡献，赢得了当地劳动人民深情的热爱和永久的纪念。黄道婆死后，人们举行了隆重的公葬，并且在乌泥泾镇替她修建祠堂，叫“先棉祠”。以后其他许多地方也先后为她立碑，修建祠堂，并且在碑上铭刻着她的光辉业绩。黄道婆是我国古代劳动妇女勤奋、聪明、慈爱、无私的杰出典型，她的名字和功绩将永远留在广大人民的记忆中。



穿棉布衣裤俑

北朝(420-581)。俑高20.5厘米。1964年新疆吐鲁番阿斯塔那北区出土。南北朝时期，新疆地区棉织品的使用比较普遍。随葬俑的衣裤都为棉制品。

043 宋元时期的城市建设



宋元时期的城市建设主要体现在三个城市：东京城、临安城以及元代大都。

东京城

据《宋会要辑稿》记载，宋代东京（今开封）有三重城，每城都有墙、河环绕。外城墙周长19公里，是在后周建设起来的。内城就是唐代汴州的外城，周长9公里。内城的主要建筑有宫殿、衙署、寺观、王公府第、店坊等。宫城位于内城中央而稍偏西北，是皇帝宫室所在，又称大内。每面各有一门，城四角有角楼。西南中央门为丹凤门，门外是街，门内是皇帝的宫殿，前面是大庆殿，为皇帝大朝的地方。其后是紫宸宫，为常朝的地方。西侧是文德殿、垂拱殿，为日朝与宴饮之所（见孟元老《东京梦华录》卷一）再往北是皇帝的寝宫与内苑。内城东北角是大型园林——艮岳，外城西郊是金明池，为皇帝游乐的御苑。

艮岳是人工造的峰峦岩洞，池岛虹桥，楼台亭榭，曲径游廊。《水浒传》中所写"花石纲"就是用来建造艮岳的。所选材料考究，从太湖等地运到东京。金明池，周墙九里。据宋代画卷《金明池夺标图》可知，池四周有临水殿阁、船坞、码头等。池中央有岛，岛上有殿阁、亭子和回廊，岸岛之间有桥相连，池水面积甚大，可赛龙舟。

据《宋会要辑稿》记载，东京内城有8厢121坊，仙城外有9厢14坊。繁华的街道酒楼甚多，且



八字桥 绍兴现存较早石桥之一，南宋宝祐四年（1256）建造。

多为二三层。防火设施有望火楼。绿化继承了唐代的传统，街道栽果树、御沟植荷花。城内有汴、蔡、五丈、金水四河，河上桥梁很多，汴河上有13座桥，蔡河上有11座桥，著名的《清明上河图》画的就是天汉桥和虹桥。东京城是宋代最大的城市，人口已达120万，也是10–12世纪世界上最大的城市之一。

临安城

临安城，中国南宋王朝的都城，位于今浙江杭州市城区，是宋代的四大海港之一。金灭北宋后，宋高宗于建炎三年（1129）升杭州为临安府，作为行在所。绍兴八年（1138）正式定临安为行都。临安城人口最多时达124万，超过了东京。临安有两重城，成长方形，东西狭，南北长。宫城的殿堂没有东京的雄伟壮观，城中的布局与建筑也没有东京的宏大气魄。它是属于总体布局和设计细巧繁缛的风格。纤细的街道纵横交错、店铺林立、商业繁茂。城北城南两码头是最繁华的地区。钱塘江边六和塔兼作引航灯塔，海运与外贸十分繁盛。

营造法式

李诫的《营造法式》是我国流传至今的第一部最完善的建筑技术专书。这部关于建筑设计、施工的典籍，性质类似现代的设计手册和建筑规范，是我国最早关于劳动定额的科技著作，是当时中原地区官式建筑的规范，是研究宋代建筑的珍贵文献。

一般房屋宅第的建筑由简到繁，规模渐大。从正方形平面发展为长方形，又从长方形发展为“凸”字形，又从“凸”字形发展为“二”字形和“王”字形。高层建筑逐渐增多，临街酒楼二三层者已不罕见。临水房屋是临安的建筑特色之一，不仅宅第临湖临水，而且货栈也临河临水，便于运输。各种形式的房屋错落有致，起伏变化，成为临安的又一建筑特色。

因南宋希图恢复北方祖先基业，现在的临安城基本上保持原样。1983年临安城的考古。先后发掘乌龟山下的南宋官窑遗址，勘测宫城的位置、范围，在宫城内发现了大型夯土基址两处及大面积的池塘遗迹，还在望江桥到新宫桥之间发现了

广宁桥

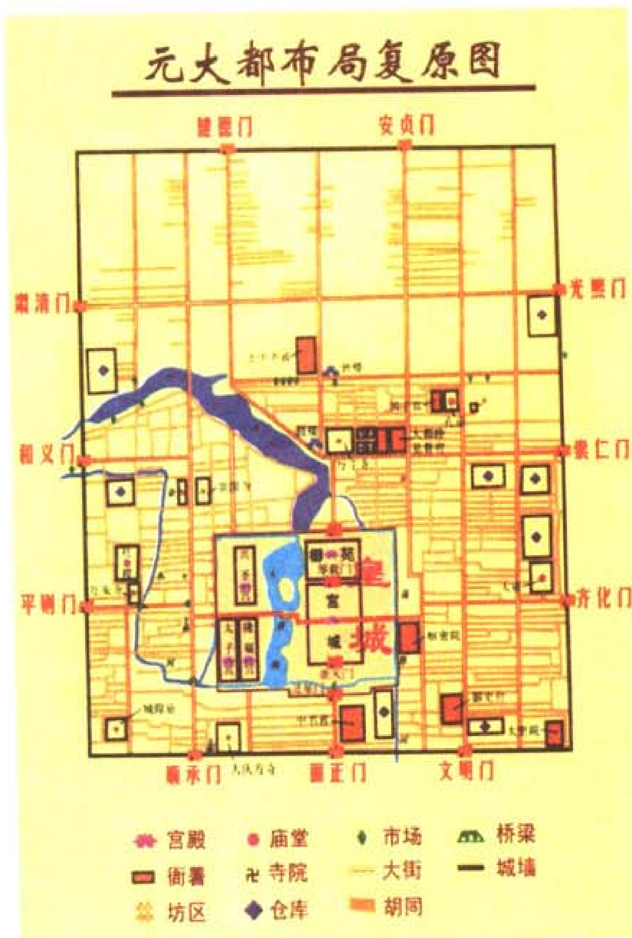
广宁桥始建于南宋，明万历二年(1574)重修。广宁桥与八字桥相邻，绍兴被誉为“桥的王国”是名副其实的。



推测是“德寿宫”的遗迹。临安城在钱塘江和西湖之间的小平原上，平面近似长方形。宫城在城南端，位于凤凰山东麓，周长九里，城墙夯筑，是在原临安府子城基础上增筑而成的。临安城内有一条纵贯南北的中心御街（今中山路），街两旁店铺林立，是全城最繁华的街道。在街的东面有两条运河。城内有四条横街，横街间为小巷，民居常常是前街后河，充分利用了河道的便利。这种纵街横巷，前街后河的街道系统，十分适合于南方。

元代大都

大都是元代的首都，它曾是辽的南京，金的中都，但主要建筑由元代完成。大都的设计与规划者是刘秉忠和西域人也黑迭儿。自至元四年(1267) 开始，历时20余年才完成。大都的水系由郭守敬设计和规划，将东面的运河——通惠河与大都相连，又将西山的泉水、城北的湖泊引入通惠河，既解决了大都的用水，又便于漕运。大都的排水系统全用砖砌，主干道与分支道布局合理，很有科学性。皇城包括三组宫殿、太液池和御苑。宫城位于全城中轴线的南端，又称大内。宫城内的殿堂，以大明殿和延春阁为主，组成两个群体，分为前后两组，每组有都独立的院落，中间用穿廊连为“工”字形。前为朝会之地，先为居住之所，殿后建有香阁。这是继承了宋金的建筑布局和风格。



宫城之西是太液池，池西部南侧是太后居住的御苑，北部是太子居住的兴圣宫。宫城之北是御苑。

皇城东西两侧是太庙和社稷坛，这是按《考工记》中“左祖右社”的布局设计的。



宫殿的建筑材料使用了宋代惯用的紫檀、楠木、琉璃等。装饰用方柱，以红色绘金龙。墙上挂毡毯、毛皮等，保持了游牧民族的习惯。同时，壁画、雕刻、建筑形式留有喇嘛教建筑的风格。宫城内的盝顶殿呈瓢形，维吾尔殿和棕毛殿等建筑都是过去所没有的，为大都增加了新风采。

044 优美凝重的宋元陶瓷



宋代商品经济的发展和城市中商业市场的繁荣，是促进瓷业进一步发展的条件之一。北宋的东京和南宋的临安都既是政治中心，又是商业中心，人口都有百万之众。东京有160多种商行，行户有6400多户，每一行又有专门的领导者，称为“行头”。有了这种专门汇兑机构——“便钱务”，大批的商店、酒楼、茶坊等都是陶瓷的销售和使用场所。宋代著名的商业城市还有成都、太原、广州、泉州、福州等。有的瓷窑集中地也是商业城镇和瓷器集散中心，如河南宋代窑址的碑记云：“尝就里人偶拾遗物，质诸《文献通考》而知，当有宋时窑场环设，商贾云集，号邑巨镇。”除城镇外，由于广大农村对陶瓷制品有广泛的需求，因此精制的陶瓷器具便成了人民群众的生活必需品。同时，对高级陈设瓷器的需求，促进了瓷业生产技术的精益求精。对陈设高级瓷器提出需求的皇帝、贵族、高官、巨贾，或掌握着发展生产大权的人不惜重金加以购买，是瓷业生产与技术高度发展的动力之一，现传世的为鉴赏家和收藏家盛赞的宋代名瓷，如钧窑、汝窑、民窑的产品，主要都是供陈设的观赏瓷器。



耀州窑凸花莱菔尊

宋(960-1279)。高24.2厘米，口径5.1厘米，底径13.4厘米。耀州窑始于唐，宋代最盛，元时持续生产，到明代停止。它是中国北方重要的产瓷区，以今陕西省铜川黄堡镇窑为中心。

陶瓷的大量外销也是生产的动力之一。唐代瓷器外销量小，而宋代瓷器大量外销。外国考古发掘所见的宋代瓷器也远远超过唐代。如广州西村宋窑发现的遗物，多见于东南亚各国，国内出土反而很少，可见宋瓷外销之多。考古发掘也证明了宋代瓷业生产的兴旺发达。

陶瓷专家根据宋代名窑产品的工艺、造型、釉、色、饰纹等，将宋代瓷窑分为六大体系：北方的定窑系、耀州窑系、磁州窑系、钧窑系、南方的龙泉青瓷系、景德镇青白瓷系。同时，各窑之间的竞争也是宋窑发展的动力。竞争促进宋窑的工艺有许多革新与创造，这对提高产量和降低成本都有较大的作用。例如，宋代瓷窑多数采用“火照”检查烧制过程中炉内温度和气氛，以提高成品率。北宋中期由定窑创始的覆烧工艺，是一种垫圈组合匣钵，可以一次装烧多件碗类瓷器，能够充分利用炉内空间，扩大批量生产，降低成



轴顶瓦

宋元(960-1368)。口径7.1厘米，高5.2厘米，内径5厘米，深4.5厘米。轴顶瓦是制陶转轮上的支撑点，近似轴承作用，使轮盘旋转自如。



耀州窑印菊花碗模

北宋(960-1127)。高5厘米，底径16厘米。是制作碗坯的内模，刻菊花纹。花纹压印在碗之内壁上，称为印花。



龙泉窑凸花牡丹梅瓶

明(1368-1644)。高38厘米，口径4.5厘米，底径10.5厘米。



刮削器

宋元(960-1368)。宽6.9厘米，厚0.4厘米。采自浙江龙泉古窑址。弧形，制瓷胎工具之一。

景德镇瓷器

元代景德镇的第一项成就是青花瓷烧制技术的成熟。青花瓷器的烧制成功，在中国瓷器史上有着划时代的意义。它的优点是着色力强，发色鲜艳，呈色稳定；青花瓷是釉下彩，纹饰永不脱褪；白地蓝花给人以明净青雅之感，具有中国传统水墨画的特点。元代青花瓷迎来了景德镇空前的繁荣，畅销国内外，以最具有中国特色的瓷器而闻名于世。景德镇元代青花瓷是在宋代的基础上发展而来的。

除此之外，元代还有其他三项成就。第二项成就是釉里红瓷的烧制成功，元代景德镇瓷器的第三项成就是卵白釉，元代景德镇的第四项成就是钴蓝釉。

本。这一先进技术，后被其他瓷窑广泛采用。竞争促进了生产技术的发展和名瓷、名窑的诞生，同时优胜劣汰的规律，也使一代名窑——邢窑与越窑销声匿迹了。

元代陶瓷的发展

元代产量最大、名瓷最多的产品是南方的青白瓷。青白瓷的名窑有江西省的景德镇、乐平，福建省的政和、闽清，广东省的惠阳、中山等等。元代青白瓷的瓷胎采用瓷石加高岭“二元配方法”，胎中氧化铝含量增加，烧成温度提高，焙烧过程中变形减少。元代青白瓷较宋代青色加深，不如宋代清澈透明。体胎增厚变大，由宋代的轻巧挺拔变为元代的厚重饱满。但是元代青白瓷没有宋代精美，但器形增加了新品种，如扁形执壶、笔山等。除一般的装饰方法外，元代景德镇青白瓷增加了串珠纹，如1963年北京崇文区龙潭河元墓出土的青白釉玉春瓶，就是串珠纹装饰的典型。元代的名瓷有大都出土的青白釉笔山，山西省大同市博物馆收藏的“广寒宫”瓷枕，北京市昌平县出土的青白釉等等。

元代钧窑在宋代的基础上继续发展，仍生产传统的天蓝釉，月白釉和蓝釉红斑器。钧窑的窑址进一步扩展，河南省扩展为安阳、浚县、内乡等11个县，河北省有磁县，山西省扩展为浑源、介体等县。元代与宋代钧窑产品比较，元瓷胎质粗松、釉面多棕眼，光泽性差，釉色为天蓝，月白交融，以月白为主。钧窑元瓷没有宋瓷的奁、洗、尊等陈设品，也不见玫瑰紫和海棠红的釉色。在装饰手法上，宋元之间没有大的差异，元代创造的堆贴花纹为宋代所没有，内蒙古出土的堆花三足炉是较典型的作品。

元代龙泉窑在宋代的基础上进一步兴盛。龙泉窑从大窑、溪口向瓯江、松溪两岸扩展，形成了一个庞大的元代龙泉窑体系。元代龙泉窑瓷器的特点是器型高大，胎体重厚。大窑、竹口等遗址皆有大型瓷器出土，有高达1米的花瓶，口径60厘米



钧窑玫瑰紫海棠式花盆

北宋(960-1127)。高14.4厘米，长口径24.6厘米，口宽19.5厘米，足长13.3厘米。

研钵

宋元(960-1368)。口径 24.2 厘米，通高 14 厘米，圈足径 9.3 厘米。研钵内侧有网纹沟槽，为研磨釉料之用。



的瓷盘，安仁口岭脚窑出土的口径42厘米的大碗。大器件的烧成是元代制瓷出土的新成就，元代新创的器型有高足杯，菱口盘、束颈碗等。釉色装饰出现了褐色点彩，纹饰采用画、刻、印、贴、镂、堆等多种方法，阴文印花是元代龙泉窑的主要装饰方法。龙泉窑的生产规模、烧窑技术的改进、瓷器品种的丰富等方面都有新的贡献。元代的重要瓷窑还有河北省磁州窑、河南省的郑县窑、山东省的霍县窑等等。

元代瓷器的显著特征是形大、胎厚、体重。造型多数为壶、罐、高足杯、瓶、盘等，以四系小口扁壶最具时代特征。不仅以前各代未见，而且以后各代也未见烧制，这种扁壶以景德镇烧制的青花瓷现釉里红瓷为多。僧帽壶和多棱壶是元代创新的壶式，具有强烈的少数民族风格，为藏、蒙等少数民族贮放奶液之盛器。

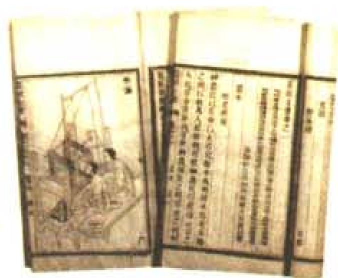
元代青花瓷的装饰特点是层次多，画面满，由于处理得当，仍主次分明，浑然一体。元瓷的装饰方法有刻、画、印、贴、堆、镂、绘等各种。元代青白瓷大型器具盛行印花装饰，红釉和蓝釉瓷上也有印花装饰，由于红、蓝釉厚薄不同的呈色效应，比白釉印花更富立体感。雕花即镂花，是一种新技法，具有浮雕的装饰效果。绘花是利用含钴、铜物质为着色剂，在胎上绘画饰纹，然后上釉烧成的釉下彩绘装饰。元青花瓷的花纹，分为主纹和辅纹，瓶、罐、壶的腹部为主纹，其他为辅纹，常见主纹饰植物有松、竹、梅、牡丹、莲、菊等，动物有龙、凤、鹤、鸳鸯、鹭鸶、麒麟等，辅纹有卷草、锦地、钱纹等。



青花云龙玉壶春瓶

元(1271-1368)。高 29.8 厘米，口径 8.4 厘米，足径 9.4 厘米，青花瓷器是釉下彩。这种工艺始于唐，宋续之，元代开始兴盛。元代青花瓷器种类繁多，有玉壶春瓶、盘、碗、壶等。

045 西洋农作物的引进

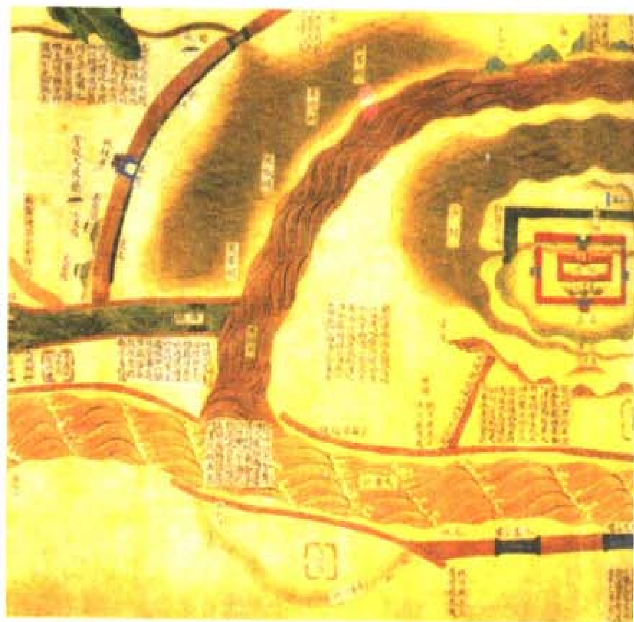


在明朝，农耕工具的品种较前更多，农民在耕耘、选种、灌溉、施肥、园艺各方面都积累了丰富的经验，大量的荒地被垦辟，主要的农作物有稻、麦、稷、粱、菽、桑、麻和棉花等。江南、湖广、四川等地是稻米的高产区。福建、浙江有双季稻，在岭南、海南有三季稻。在河北、河南等地也开垦了很多的水稻田，一般稻田的产量为两石或三石，有些地区达五六石。宋末元初国内开始植棉，明朝棉花的生产已遍于天下。国外引进的新的农作物有番薯、烟草、玉蜀黍。番薯、玉蜀黍的传入和普遍种植，明中期开始种植烟草，很快就遍布全国到明末，北土亦多种之，西洋作物的引进，对农业发展有重大意义。

玉米的传入

玉米原来叫玉蜀黍，各地俗名很多，有番麦、玉麦、玉黍、包谷、包芦、珍珠米等名称；还有叫做六谷（也写作稑谷或鹿谷）的，意思是说五谷之外的又一种谷。

玉米原产于南美洲，7000年前美洲的印第安人就已经开始种植玉米。栽培历史估计已有5000年左右，但其起源和进化过程仍无定论。1492年哥伦布在古巴发现了玉米，以后知道整个南北美洲都有栽培。1494年他把玉米带回西班牙后，逐渐传至世界各地。中国玉米栽培有400多年历史，



河防一览图表



徐光启像

估计传入的时间当在1511年前。传入的途径，一说由陆路从欧洲经非洲、印度，传入西藏、四川；或从麦加经中亚细亚传入中国西北部，再传至内地各省。一说由海路传入，先在沿海种植，然后再传到内地各省。

哥伦布登陆美洲，促成了世界农业的大交流和大进步。玉米为禾本科，属一年生草本植物，历来是美洲印第安人的主要食物。玉米籽粒中含有70%－75%的淀粉，10%左右的蛋白质，4%－5%的脂肪，2%左右的各种维生素。籽粒中的蛋白质、脂肪、维生素A、维生素B_1、维生素B_2含量均比稻米多。其适应性很强，不求平地肥地，只要不是很干旱的地方都能有收成。它的田间管理比其他作物简单，产量也比其他旱地粮食作物高。

玉米的传入最早、最广泛、最早的记载见于安徽省《颍州志》，具体时间是正德六年（1511）。明代末年，种植玉米的省已有12个：安徽、河北、山东、河南、陕西、甘肃、江苏、浙江、福建、广东、广西、云南。到18世纪末玉米的种植已遍及全国。

甘薯的栽植

甘薯，鲁地称之为地瓜，豫地称之为红薯，闽南称之为番薯，还有白薯、黄薯、金薯、甜薯、山芋、番芋、黄苕、红山药等名称。

甘薯源出于中美和南美，是明末清初经由西南地区引进中国内地的，距今大约有400年的历史了。在明代万历年间，福建人陈振龙从事海外贸易，在吕宋学会了甘薯栽培技术，万历21年（1593）回国时，将薯藤带回国内，并试种成功，甘薯从此传入了我国。闽南人之所以管甘薯叫做番薯，就是因为甘薯的最早引进地之一是在福建南部，就好像人们管火柴叫洋火一样，“番”就是国外的意思。甘薯适于在沙土地上栽种，是一种高产作物，很快成为东南沿海人民的主要食物。从福建传到浙江、山东、河南等省，栽培技术逐渐提高，产量逐渐提高，栽种面积不断扩大，在华北也普遍种植了。明清两代出现了栽植甘薯的专著，传播较广的专书有徐光启的《甘薯疏》、陆耀的《甘薯录》、陈世元的《金薯传习录》等。记录了甘薯的采种、种植、储藏、食用等内容。陈世元是甘薯引入者陈振龙的六世孙，他的书记载了陈家祖孙几代人宣传推广甘薯，在福建栽种救荒的良好效果。

关于番薯怎样传入中国，还流传着这样一个故事。万历年间，吴川有位医生叫林怀兰，他医术精，交游广，常在粤西、桂南一带行医。有一次，经朋友介绍，他医好了交趾国守关大将的病，两人就成了好朋友。交趾国王有位公主，久病不

醉饮图　明万邦治绘，根据杜甫《饮中八仙歌》诗意而作。



愈，守关大将就介绍林怀兰医生给公主治病，几副药就痊愈了。国王非常高兴，为了答谢林医生，国王设盛宴招待。席间有熟番薯，林医生第一次吃番薯，觉得很好吃。他听说番薯生熟都能吃，就要了一个生番薯，吃了几口，剩下半截就放在衣袋里了。林医生出关时，半截番薯被查出来了。当时交趾国规定，番薯是严禁出境的，违者要杀头。这件事使守关大将左右为难，放医生出关是对国王不忠，依法办事对老朋友不义，于是他毅然送走了林医生就自杀了。后来林医生顺利回到了家乡，番薯就在吴川、电白一带安家落户了。番薯耐旱耐瘠，粗生家种，产量高，很适合粤西地区种植，从此，粤西人民再不挨饥受饿了，他们怀着崇敬的心情，在电白建立了"番薯林公庙"，以纪念林怀兰医生引种番薯的功绩。

徐光启《农政全书》

徐光启(1562–1633)，字子先，号玄扈，江苏人，徐光启是一位博学多才的科学家。他从事的科学研究有数学、天文、历法、兵器等，他还翻译引进了国外的科学技术。在这些领域中他都有著述和贡献，并且都达到了一定的水平。

他研究各种科学，都是直接或间接地为农学服务的，他的成就最卓著的也是在农学方面。其巨著《农政全书》，是继《齐民要术》之后，我国的一部宝贵的农学遗产，驰名中外，被誉为我国古代农业的百科全书。全书分为12目，共60卷，50余万字。12目中包括：农本3卷；田制2卷；农事6卷；水利9卷；农器4卷；树艺6卷；蚕桑4卷；蚕桑广类2卷；种植4卷；牧养1卷；制造1卷；荒政18卷。《农政全书》按内容大致上可分为农政措施和农业技术两部分，基本上囊括了古代农业生产和人民生活的各个方面，而其中又贯穿着一个基本思想，即徐光启治国治民的"农政"思想。

烟草的引入

美洲土著居民有很长的吸烟历史，据考古分析，在3500年以前美洲居民就已经有吸烟的习惯。相传，吸烟同宗教有关。烟草有醉人的香气，具有消除疲乏和提神的作用，甚至能治疗疾病。人们认为烟草得到了"神"的帮助，是一种"神草"。

烟草是明代万历末年，由福建商人从吕宋岛引入。方以智《物理小识》对此做了记载。烟草原产于美洲的墨西哥，后来传到菲律宾，菲律宾传入时的音译为"淡巴菰"。由于它能使人嗜好成瘾，获利很快，种植面积不断扩大，明代崇祯年间，吸烟为乐已经成为一种习俗了。

我国关于种植烟草的专著，以陆耀《烟谱》最有名。分生产、制造、器具、好尚、宜忌五章，后附烟草歌。汪师韩的《金丝录》、陈琮的《烟草谱》、褚逢春和顾禄同的《烟草录》等也都记载了烟草的



《农政全书》书影

栽培技术，可供参考。

其他农学成就

明清时期出现了大批的农书，据不完全统计，约150多种。规模最大的是《农政全书》和《授时通考》。《授时通考》是官修农书，以汇集资料为主，没有什么新创造。而大量的地方性农书却在农学上很有价值。如清杨屾的《知本提纲》，是以陕西、山西的耕稼、桑蚕、树艺、畜牧为重点，内容切实可行，很有实用价值。

明代袁黄的《宝坻劝农书》，是作者任河北省宝坻知县时所撰。全书包括天时、地利、田制、播种、耕治、灌溉、粪壤、占候等八篇。"田制"中写到井田、区田、围田、涂田、沙田，皆有附图；"灌溉"中有大水栅、水闸、陂塘、水塘、翻车、水转翻车、牛曳水车、筒车、木筒、架槽、戽斗、高车十二幅图，都提供了宝贵的技术资料；"粪壤"中写了踏粪法、窖粪法、蒸粪法、酿粪法、煨粪法、煮粪法，都根据北方制粪的特点，给以总结，因地制宜，颇为实用。

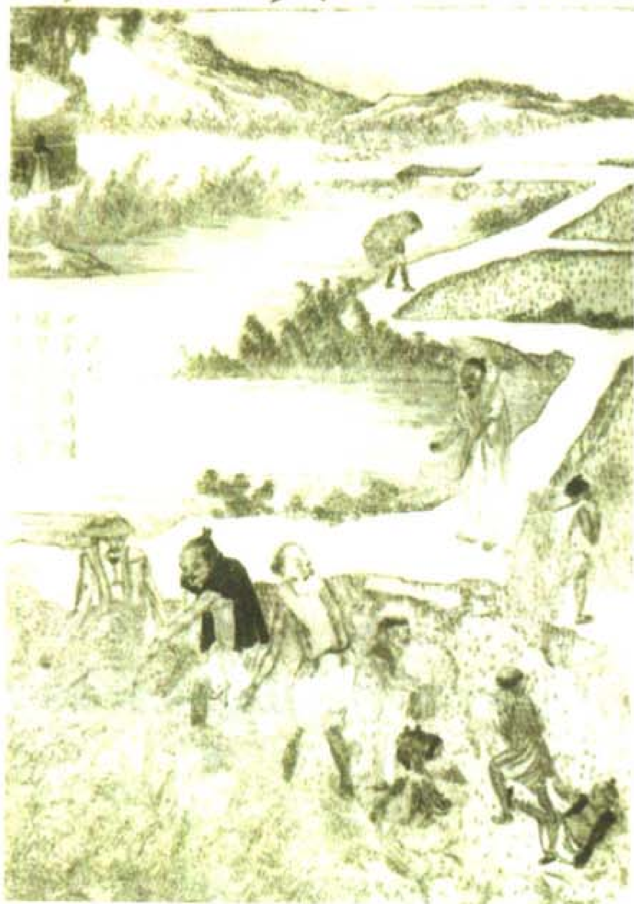
清代祁寯藻的《马首农言》中，分地势气候、种植、农器、农铲、占验、方言、五谷病、粮价物价、水利、畜牧、备荒、祠祀、织事、杂说十篇，叙述了山西省寿阳（古称马首）县的农业生产技术，引用了大量当时人的言论与经验，是颇有地方特色的农业技术书籍。

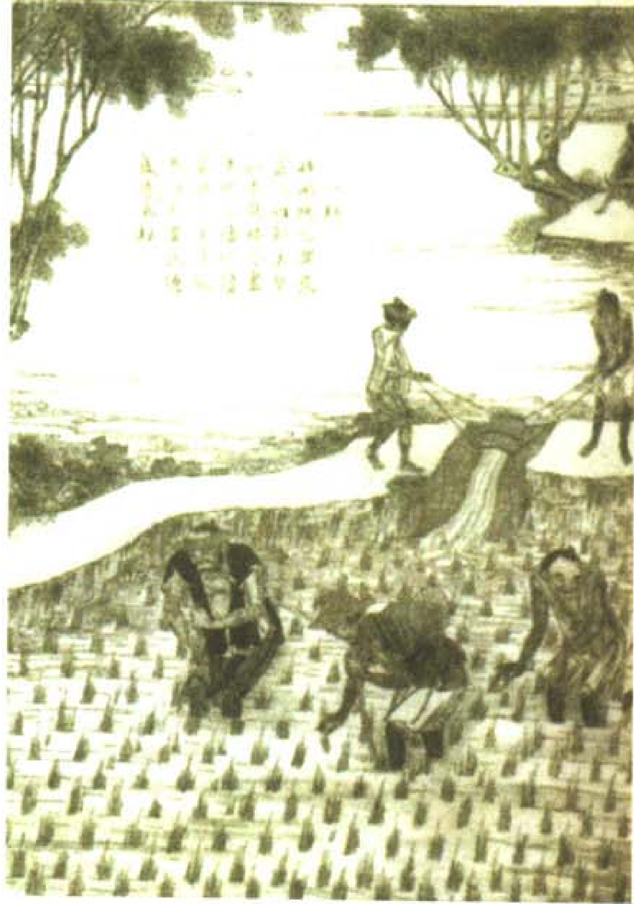
明清时期商品经济有所发展，农产品日趋商品化，经营地主日渐增多，有些经营地主把自己经营管理的实践总结成书，也是农学中的一项成就。这类著作首推《沈氏农书》。

《沈氏农书》，由湖州人"涟州沈氏"所撰，清初张履祥校定，收入《杨园先生全集》中。全书分五部分："逐月事宜"，是一篇农家月令提纲，分天晴、阴雨、杂作、置备四目；"运田地法"，讲水田耕作技术；"蚕务"讲养蚕种桑和六



农耕图





康熙种稻

中国是农业栽培植物的主要起源地之一，这与中国古代以农为本的治国思想和通过行政手段推行栽培技术有关。清朝康熙皇帝亲自在丰泽园培育水稻良种。并推广到浙江一带。图为《钦定授时通考》中关于康熙种稻的记载。

畜饲养；“家常日用”，是经营地主的日常家训”；“区田法”，讲北方抗旱保墒的种植方法。《农言著实》和《山居琐言》也是此类著作。

明清时期的救荒类专书也是农学的新成就之一。如朱柿的《救荒本草》，记载了河南省境内的救生植物414种，见于前代的138种，其余为作者采自各地的植物园圃，亲自观察性状、生长情况，记载了产地、名称、形状特征、性味、烹调方法等。特别是对植物的根、茎、花、叶、果实皆有逼真的插图。被誉为中国15世纪具有科学性的植物著作。

明代王磐的《野菜谱》、周履靖的《茹草编》和清代顾景星的《野菜赞》都属于此类著作。

明清时期的治蝗专书的大量出现，也是农学的特点之一。如顾彦的《治蝗全书》、芷龄的《除蝻八要》、李惺甫的《捕除蝗蝻要法三种》等。《除蝻八要》分挖荒地、开壕沟、偿麦收、置抄袋、勤脚踏、恤夫役、责常侦、加修省八种除蝗办法。这些专书是明清时期人们向蝗虫作斗争的经验总结。

046 药物学巨著《本草纲目》



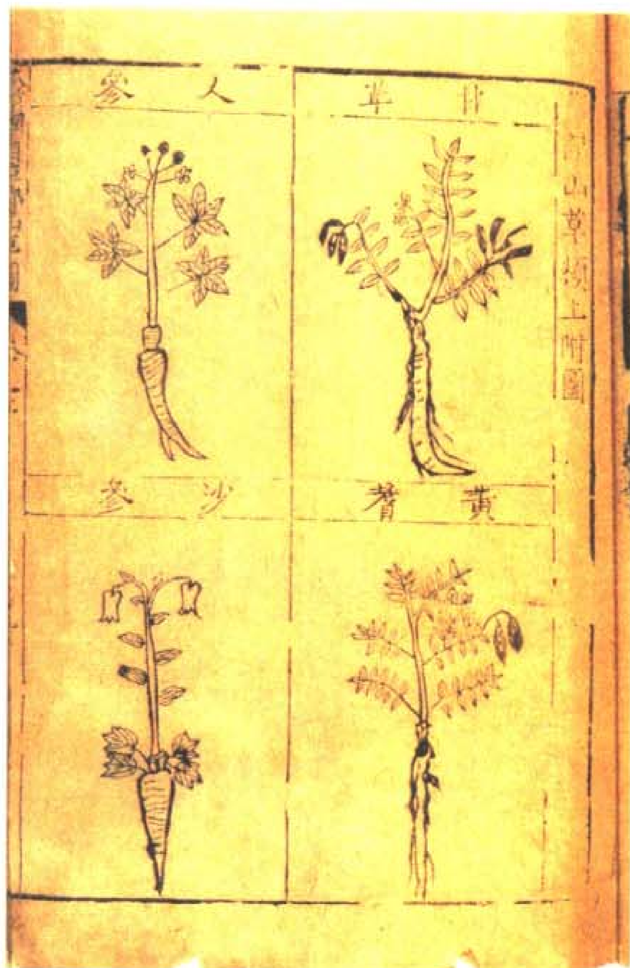
李时珍（1518—1593），字东璧，号濒湖山人，湖北蕲州人。他出生于医药世家，自幼喜欢大自然的旷怡，热爱医药学，但并不热衷于科举，14岁中秀才，其后曾三次赴武昌应试，均不第，故时珍决心打消“科举”的念头，决心学医。他向父亲求说并表明决心：“身如逆流船，心比铁石坚。望父全儿志，至死不怕难。”这时李时珍23岁。他继承家学，尤其重视本草，并富有实践精神，肯于向劳动人民群众学习。在38岁时，被武昌的楚王召去任王府“奉祠正”，兼管良医所事务。三年后，又被推荐上京任太医院判。在太医院里，浩瀚藏书扩大了他的眼界，提高了他的学术水平。但他不愿因为为皇室服务而丧失了济世救人的学医之初衷。李时珍在此只任职了一年，便辞职回乡。



李时珍像

《本草纲目》成书历程

一天，在回家的路上，李时珍投宿在一个驿站，遇见几个替官府赶车的马夫，围着一个小锅，煮着连根带叶的野草，李时珍上前询问，马夫告诉说：“我们赶车人，整年累月地在外奔跑，损伤筋骨是常有之事，如将这药草煮汤喝了，就能舒筋活血。”这药草原名叫“鼓子花”，又叫“旋花”，李时珍将马夫介绍的经验记录了下来。写道：旋花有“益气续筋”之用。此事使李时珍意识到修改本草书要到实践中去，才能有所发现。李时珍在读书和医疗实践中，也发现了许多中医药书籍的错讹。



《本草纲目》书影

如《本草衍义》的舛谬，《名医别录》的差错，掌禹锡的不慎，苏颂的欠明等等。最严重者，如天南星和虎掌本是一种植物，却误为两种药物；萎蕤和女萎本是两种植物，却混为一种药材；水银本有巨毒，却认为久服可以成仙等等。有鉴于此，他开始于嘉靖31年（1552）收集资料，李时珍认识到，“读万卷书”固然需要，但“行万里路”更不可少。于是，他既“搜罗百氏”，又“采访四方”，深入实际进行调查。李时珍穿上草鞋，背起药筐，在徒弟庞宪、儿子建元的伴随下，远涉深山旷野，遍访名医宿儒，搜求民间验方，观察和收集药物标本。他首先在家乡蕲州一带采访。后来，他多次外出。除湖广外，还到过江西、江苏、安徽好多地方，均州的太和山也到过。盛产药材的江西庐山和南京的摄山、茅山、牛首山，估计也有他的足迹。后人为此写了“远穷僻壤之产，险探麓之华”的诗句，反映他远途跋涉，四方采药的生活。李时珍每到一地，就虚心地向各式各样的人物请求。其中有采药的，有种田的，捕鱼的，砍柴的，打猎的，都热情帮助他了解各种各样的药物，比如芸苔，是治病常用的药，但究竟是什么样的？《神农本草经》说不明白，各家注释也搞不清楚。李时珍问一个种菜的老人，在他的指点下，又察了实物，才知道芸苔实际上就是油菜。这种植物，头一年下种，第二年开花，种子可以榨油，于是这种药物便在他的《本草纲目》中一清二楚地注解出来了。就这样李时珍上考三坟五典，诸子百家，下查历代本草所收药物、方剂；又跋山涉水，亲自采药，走访药农，虚心求教，经27年的艰辛，终于在万历六年（1578）编成了《本草纲目》一书。



《本草纲目》书影



《本草纲目》总括

《本草纲目》全书52卷，卷1-2为序例，包括七方、十剂、气味阴阳、升降浮沉、诸家用药凡例等，为全书总论；卷3-4为百病主治药，列举了一百多种疾病的常用药卷；5-52为药品各论，按水、火、土、金石、草、谷、菜、果、木、器服、虫、鳞、介、禽兽、人16部，60类，共载药1892种。每药物下面，又分校正、释名、集解、正误、修治、气味、主治、发明、附录、附方等各项叙述。附方一项，各种药方竟达11096种之多，有些药方还附有治愈的实例。另有图谱三卷，收图1160幅。该书规模之宏伟，材料之丰富，考证之说明，为任何前代之本草所不及，是中国古代药学史上最伟大的著作。该书集16世纪以前药物学



之大成，为以后药物学之发展奠定了基础，它承前启后，继往开来，数百年来，成为用药之圭臬，临证之津梁，医学家评价，众口皆碑。

《本草纲目》不仅是药物学杰作，而且对植物学、动物学、矿物学、地质学、化学等也有贡献。该书对植物分类学的认识比西方植物分类学创始人林奈在1735年出版的《自然系统》丰富得多，并早150年。对生物进化的认识，肯定了生物界有一定发展变化的顺序，分类反映了进化的顺序。达尔文称该书为“中国古代的百科全书”。郭沫若称李时珍为“中医之圣”，“伟大的自然科学家”。李约瑟把李时珍与伽利略相提并论，可见他对世界科学影响之深远。

《本草纲目》的流传

《本草纲目》，于万历年间流传到日本，在日本翻刻过9次，以后又传处朝鲜和越南，17世纪至18世纪传入欧洲，先后德、法、英、拉丁文、俄文的译本。它的影响遍及了全世界，达尔文在《人类的由来》中，就引用了《本草纲目》关于金鱼颜色形成的史料来说明动物的人工选择。李时珍除《本草纲目》，还于嘉靖四十三年（1564），在父亲《四诊发明》和前人《脉诀》的基础上，写成了《濒湖脉学》一书，该书深入浅出，通俗易懂，阐述精辟，言简意赅。为历代医学所宗，奉为津梁。1927年译为德文，1929年在莱比锡刊行。

明隆庆六年（1572），李时珍又著成《奇经八脉考》，阐述奇经的循行路线和生理、病理变化，确立了奇经辨证论治的初步规范，为经络学说之完善作出了重要贡献。李时珍还有《脉诀考证》、《人傀论》刊行于世。见于记载的还著作有《白花蛇传》《濒湖医案》《命门考》等。可惜，都已失传。

李时珍辨药渣

传说明代名医李时珍一天外出采药，看到一个村庄田园荒芜，无人下地劳动，原来这个村的人都得了“流感”。在一个茅草屋里，他看见一位老人正在床上呻吟，他急忙取出药来，让老人喝下，停了一会，老人出了一身汗，症状减轻了许多。李时珍询问了一下情况，才知道村里先后来过几个走江湖的郎中，给他们开过药，还说什么“吃上一副药，包管你药到病除”。可是吃了十来副了，仍不见效。李时珍便找来煎过的药渣，仔细一看，大部分是假药。假药怎能治好病呢？老百姓上当受骗了，他们对庸医痛恨不已。李时珍看药渣的事，传遍了附近的村庄，人们纷纷把江湖郎中配制的草药和带来的药渣叫李时珍鉴别，因为人太多，看不过来，只好让大家把药渣倒在村前的路口上，一个个摊开放好，逐个查看，拣出真药，扔掉假药、劣药，并教大家如何识别伪劣中草药，防止再上当受骗。从此以后，病人就把煎服过的药渣倒在路口处，盼望过路的良医识别真假，于是这个风俗就盛行起来。

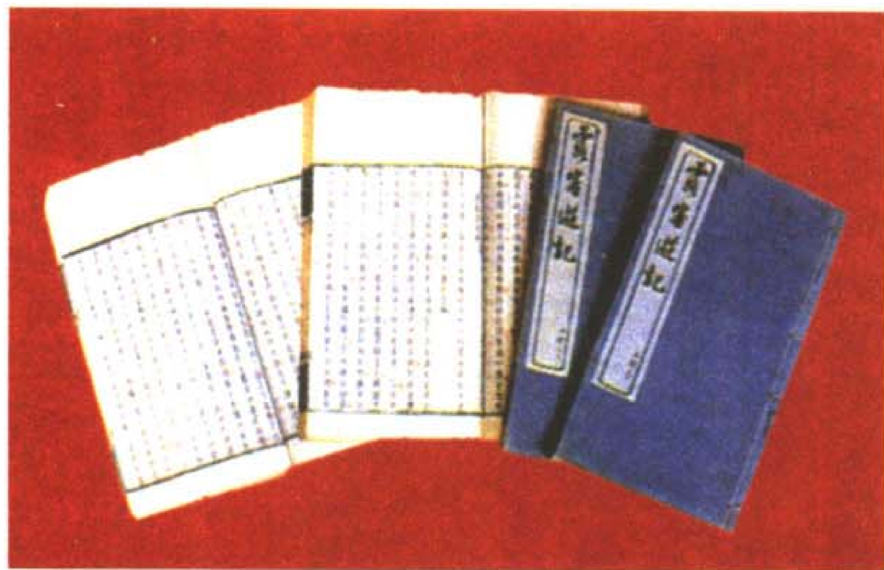
047 徐霞客及地理大发现



徐霞客（1587–1641），名弘祖，字振之，号霞客，南直隶江阴（今江苏江阴）人。他出生于书香门第的地主家庭，祖辈都是仕途中人，由于父亲徐有勉对官场深恶痛绝，虽满腹经纶，却发誓不再当官，只愿做名洁身自好的隐居之士。据说，有一次，两个官员慕名而来，想要与他结交。霞客的父亲闻后竟从后门溜走，悄悄穿过竹林，乘船到太湖游玩去了。在父亲的影响下，徐霞客从小爱读历史、地理一类书籍、图册。在私塾读书的时候，经常背着老师，把地理书放在经书下面偷看，看到出神的时候，不禁眉飞色舞。徐霞客的母亲是一个目光远大，支持儿子做地理考察的贤淑女人。十几岁那年，徐霞客的父亲死去，他很想亲自到名山大川去游历考察一番。但是他想到母亲年事已高，家里没人照顾，徐霞客不敢提及出游一事。但知子莫如母，母亲还是觉察到了霞客的心事。于是就跟他说：“男儿志在四方，哪能为了我留在家里，做篱笆下的小鸡、马圈里的小马呢！”母亲为他准备行装，还给他缝制了一顶远游冠。在母亲的支持下，徐霞客踏上了出游之路。



江苏江阴县徐霞客故居



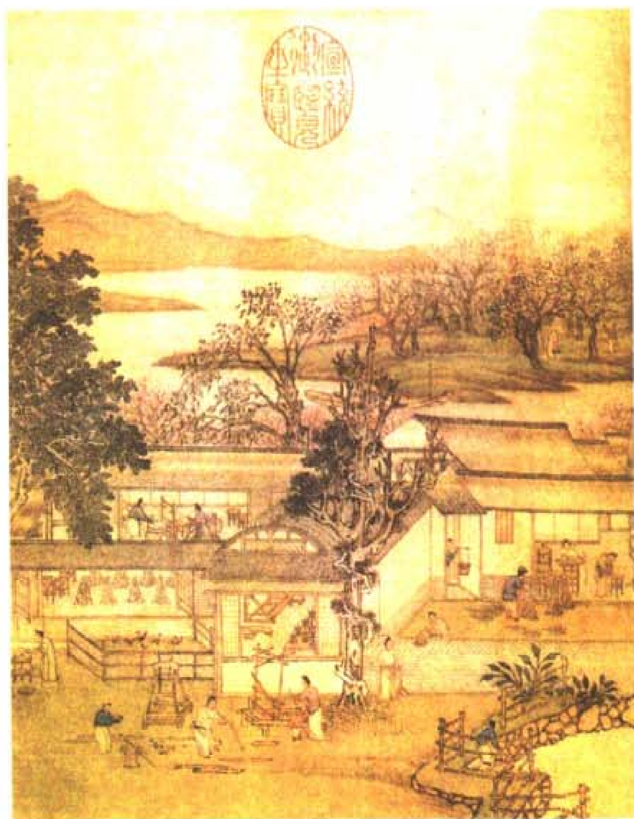
《徐霞客游记》书影

徐霞客出游旅程

徐霞客出游，自22岁开始游太湖，到54岁从云南抱病而归，用30余年的时间做地理考察，这30年大致可以分为前后两个时期：前一时期，遍访了江苏、浙江、安徽、江西、福建、广东、南河、河北、山西、陕西、湖北、湖南、广西、贵州、云南等16个省和自治区。早期游泰山、天台山、雁荡山等，写下名山游记17篇。这个时期旅行的特点是

每次出游的时间较短、路程较近，稍远一点的也是交通比较方便之地，出游的时间也有间隔。这是因为在他40岁以前有老母健在，所以是“定方而往，如期而还”。每次游历回家，他跟亲友谈起各地的奇风异俗和游历中的惊险情景，别人都吓得说不出话来，他母亲却听得津津有味。

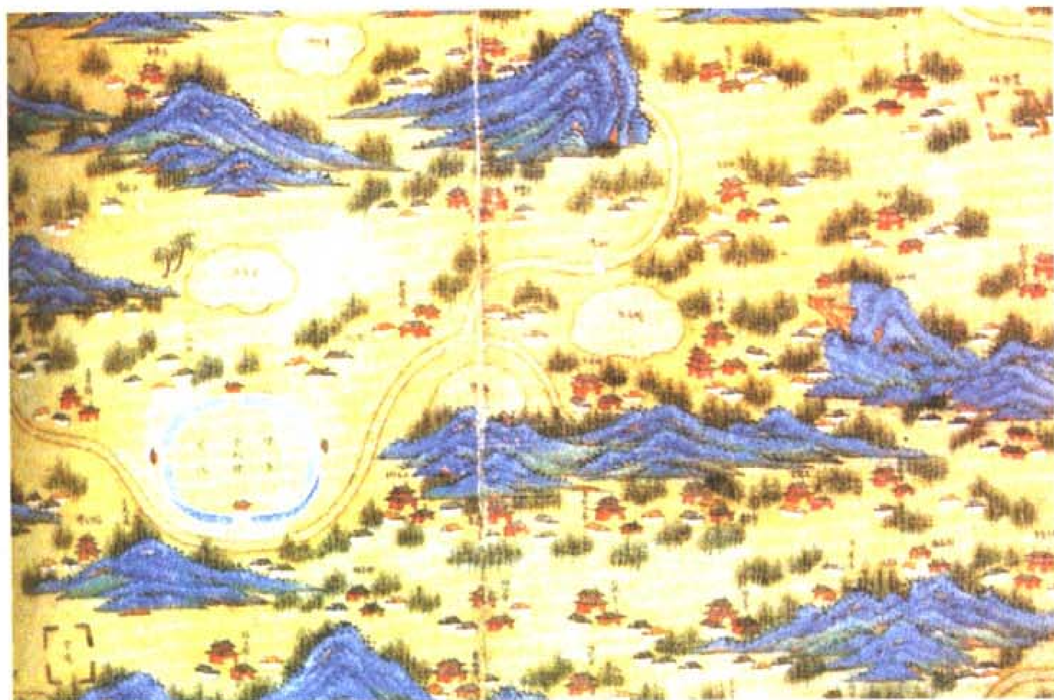
老母亲死后，徐霞客就把他全部精力扑在游历考察的事业上。在他50岁那年，开始了一次路程漫长的旅行。他化了整整4年时间，游历了湖南、广西、贵州、云南4省，一直到我国边境腾冲。他跋山涉水，到过许多人迹罕至的地方，攀登悬崖峭壁，考察奇峰异洞。有一次他经过一座高耸的山峰，发现悬崖上有一个岩洞，根本没路可通。他冒着生命危险，像猴子一样爬上了悬崖，终于到达了洞口。游历了西南各省是他科学收获最大的时期，他在《游记》中，详细记载了各地的自然地理与人文地理情况，特别对岩溶地貌的分布、类型和特点作了广泛的考察与描述，使这方面的认识达到了世界的最高水平，为地理学的发展做出了卓越贡献。



明吴彬《月令图》卷三

徐霞客在考察中，经历了千难万险，除了大自然的悬崖峭壁，深涧急流，还有出人意料的毒蛇猛兽，强盗贼人。有一次，他们在湘江乘船的时候，遇到了强盗，他们的行李财物被抢劫一空，静闻和尚因为受伤，在半路上死去。到最后，连他随身的仆人也离开他逃走了。但是这些挫折都没有动摇他探索自然的决心。他曾豪迈地说：“吾荷一锸来，何处不可埋吾骨耶!”

南京府县地图、全椒县图



徐霞客的地理发现

徐霞客通过



陈汝言《诗意图》

长期的地理考察，写出了一部内容丰富的《游记》，对所经各地的山脉、河流、岩石、地貌、气候、生物、物产、交通、工农业生产、商业贸易、城镇、风俗习惯等，做了详细记载，是一部学术含蕴丰富的著作。

徐霞客在地理学上最突出的成就是对岩溶地貌的考察和研究。1636年至1640年，他对广西、贵州、云南做了考察，对岩溶地貌的分布、类型、特征和成因都进行了详细的记录和分析研究。他记述了峰林、孤峰、石芽、溶沟、落水洞、漏斗、竖井、岩溶盆地、岩溶洼地、岩溶天窗、盲谷、干谷、天生桥、穿山、溶帽山、溶洞、石笋、石柱、地下河、洞穴瀑布等20多种岩溶地貌的特征，给以定名和分类。在对比分析各地岩溶地貌的差异后，他将西南三省分为三大区，即云南高原南部、贵州高原南部、广西盆地，这既和现代地貌学的分类基本相符，也有地貌区划的思想，是难能可贵的。水对岩溶地貌的形成起着重要作用，他通过观察地表水与地下水对石灰岩的溶解作用，对岩溶现象的成因和发育做出了正确解释。1953年中国科学院地理研究所对桂林七星岩进行考察，他们发现当年徐霞客踏察过的15个洞口大部分可以找到，他们绘制的七星岩平面图和描图也证实了徐霞客描述的准确性。徐霞客是中国和世界系统研究岩溶地貌的先驱者，他的游记是世界上研究岩溶地貌的最早的宝贵文献。

对河流水文的研究徐霞客也有突出成就。他对各地河流的分布和水文特征有很详细的记述。记载了江、河、溪、渎、涧等大小河流500多条，对发源地、流域面积、流速、含沙量、侵蚀作用等水文情况皆有正确的描述。1636年至1637年，他经过考察和研究写出了《江源考》的论文，指出金沙江是长江的上源，纠正了《禹贡》以来认为岷江是长江上源的错误。他对河流的侵蚀作用，流速和河床升降对侵蚀所起的作用，也作了正确的阐述。

徐霞客游记对植物地理也有贡献，他记述了150多种植物，记述了海拔高度和风速对植物的影响，纬度对植物花期的影响，高山低温、风大对植物形态的影响等，取得了规律性的认识。

《徐霞客游记》

徐霞客在野外考察生活中，每天不管多么劳累，都要把当天的经历和观察记录下来。有时跋涉百余里，晚上寄居在荒村野寺之中，或露宿在残垣老树之下，他也要点起油灯，燃起篝火，坚持写游历日记。现存的《徐霞客游记》，就是其中的一小部分。《徐霞客游记》系日记体为主的中国地理名著，是徐霞客经30多年旅行，写成的关于天台山、雁荡山、黄山、庐山等名山游记，共17篇和《浙游日记》《江右游日记》《楚游日记》《粤西游日记》《黔游日记》《滇游日记》等著作，除佚散者外，遗有60余万字游记资料。死后由他人整理成《徐霞客游记》。世传本有10卷、12卷、20卷等数种。

他对火山、地热、人文地理也做了考察，在地学成就是多方面的。19世纪以前，西方只有少数研究者对局部岩溶区域和现象做过观察和解释，而徐霞客在17世纪30年代即对热带、亚热带的岩溶现象做了大范围的系统的考察与描述，并对岩溶现象的成因和分类提出了科学观点，这是使西方学者所望尘莫及的。他是一个具有坚强意志，充满探索精神，百折不挠的伟大学者。

明代的地图绘制

明代中期以后，传统的地图绘制方法中渗入了一些西方的科学技术内容。

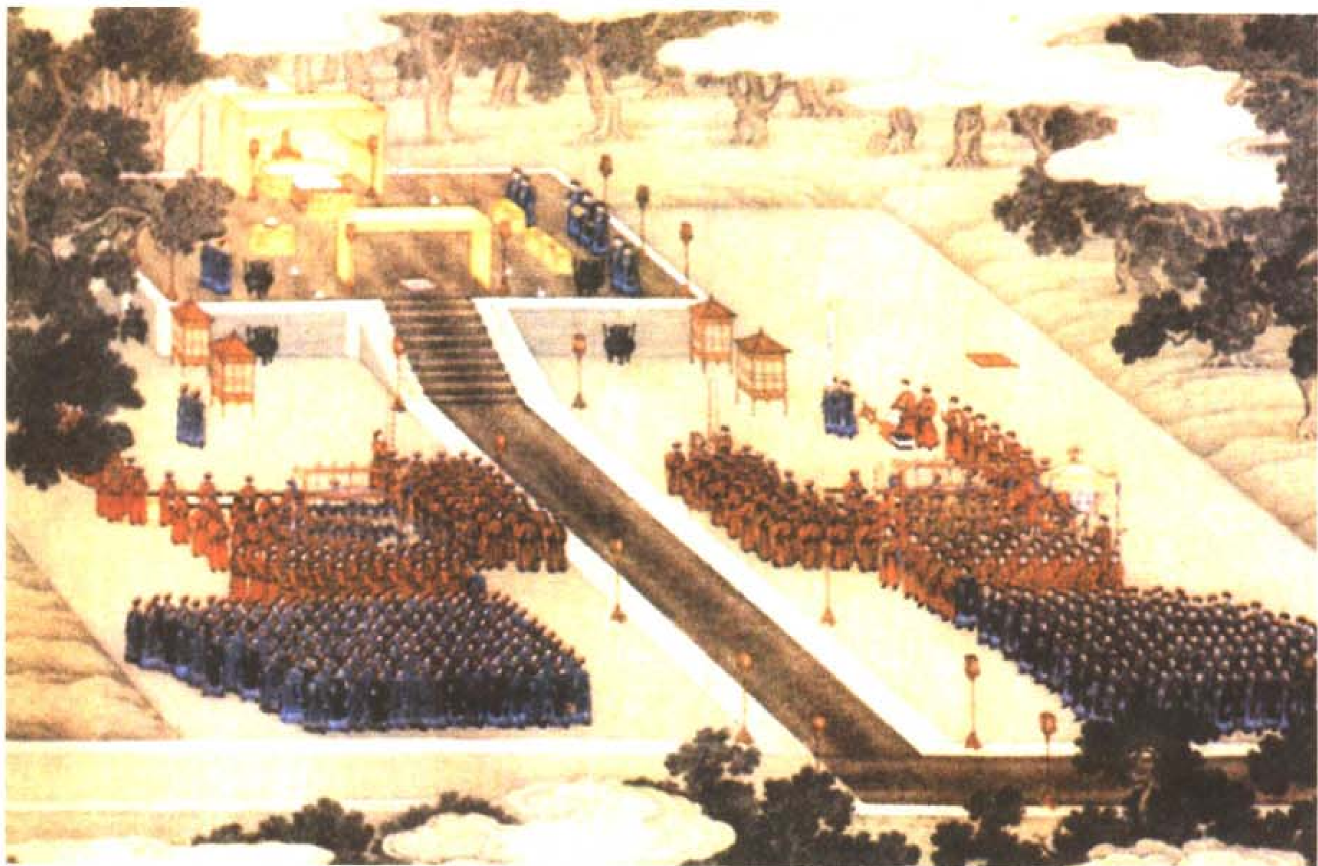
徐光启在崇祯二年（1629），主持的北京、南京等地的纬度测度就采用了西方的技术。从万历年间开始，耶稣会来华的传教士把欧洲关于世界的最新地理知识传入了我国。16世纪末，耶稣会传教士介绍了地圆学说和南北两半球都有寒带、温带和热带的学说，并附有地图。1584年利玛窦在广东肇庆把绘制的世界地图加上中文说明交给中国的知识分子。这一切对明中期以后的地学研究和地图绘制都产生了影响。

明代按传统方法绘制的地图，传世的以杨子

《徐霞客游记》在文学上的主要特点

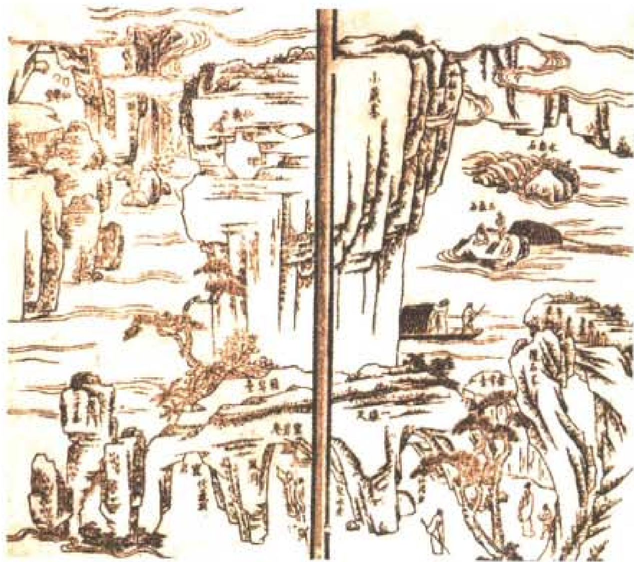
1.写景记事，从真实中来，具有浓厚的生活实感；2.写景状物，力求精细，常运用动态描写或拟人手法，较前人游记细致入微；3.词汇丰富，敏于创制；绝不因袭套语，落入窠臼；4.写景时注重抒情，寓情于景，情景交融，同时注意表现人的主观感觉；5.通过丰富的描绘手段，使游记表现出很高的艺术性，具有恒久的审美价值。

此外，在记游的同时，还常常兼及当时各地的居民生活、风俗人情、少数民族的聚落分布、土司之间的战争兼并等等情事，多为正史所不载，具有一定历史学、民族学价值。《徐霞客游记》被后人誉为“世间真文字、大文字、奇文字”。

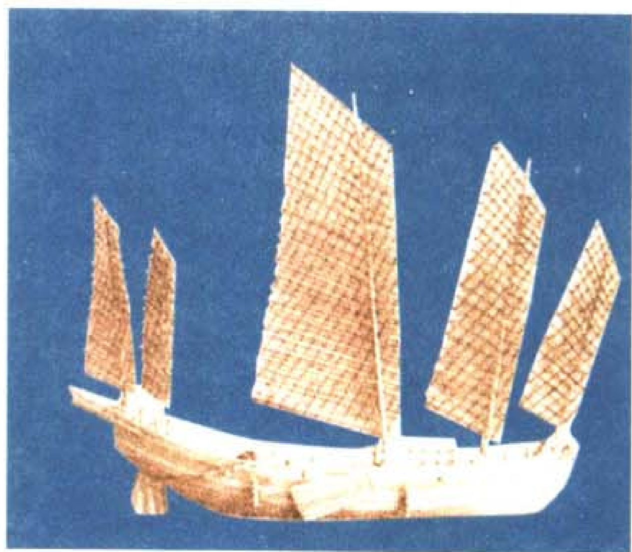


先农坛祭祀图

位于北京正阳门外西南，建于明嘉靖年间，是皇帝祭祀神农的地方。神农是古代传说中最先教人耕种的人。每年春，皇帝要亲率众臣到先农坛行耕耤礼，以祈求丰年。图为清雍正皇帝在先农坛祭祀神农图。



武夷志略



福船

明清时期，远海木帆大体可分为沙船、鸟船、福船、广船四类型。图为福船模型。



臣 等奉
勑纂修明史告竣恭呈
御覽 臣 等謹奉
表恭
進者伏以
瑤圖應運丹綸繙竹素之遺
雒鼎凝庥玉局理汗青之業集百年之定論裒一代之舊聞
宸衷輯於
興朝畢校紬於茲日垂光冊府煥采書林竊惟論道首在尊經紀
事必歸攬史興衰有自七十二君之蹟何稱法戒攸關二十
一史之編具在纘咸五登三之治心源不隔於遂初開萬古

《明史》书影

器和罗洪先的影响最大。杨子器写跋的地图，绘制于1512年至1513年间，比例尺约为1：1760000。图长164厘米，宽180厘米。海岸线接近今图，各行政区的相对位置基本正确，河流、山脉绘制大体上正确。山脉用写景法表示，行政区名按级别高低分区用方形、圆形、菱形等表示，对长城、庙宇、陵墓等名胜古迹给以醒目的标志，是我国旅游地图的先声。

罗洪先的“广舆图”成于嘉靖二十年（1541），刊行于嘉靖三十四年（1555）。他用画方的方法把元代朱思本的“舆地图”分绘成44幅小图，并装订成册，这是我国早期的分省地图集。各行省的地图轮廓与今图相差不多。

杨图现存辽宁省大连市旅顺博物馆，罗图现存北京图书馆。除杨图、罗图外，还有李泽民和僧清濬绘制的“声教广被图”和“混一疆理图”。这两图建文元年（1399），被来华的朝鲜使节金士衡带去朝鲜，1402年朝鲜的李荟和权近把两图合绘成《混一疆理历代国都之图》。后来此图又传入日本。明代地图的绘制技术已传到国外。

048 航海家郑和七下西洋



宦官作为中国特有的产物，给人的印象往往是奴颜婢膝的，或挟持君主为非作歹，或依附暴君助纣为虐。可是在漫漫历史长卷中，也有这样的宦官，他们虽然不能享受娶妻生子的幸福，但人格却依旧健全，留下的业绩也彪炳千秋，光照汗青。郑和就是其中一个，莫道宦官不丈夫。下面就来介绍一下郑和七下西洋。

郑和的生平

郑和，本姓马，小字三保，云南昆明宝山乡知代村回族人，也就是今天的昆明市晋宁县人。他的六世祖赛典赤·赡思丁是元初来自中亚的色目贵族，是布哈剌国王穆罕默德的后裔，曾任云南行省平章，追封为咸阳王。

郑和约于洪武四年（1371）出生，那年明朝收复四川，明升（当时割据四川的夏国国主）投降，云南局势即刻紧张起来。在那兵荒马乱的年代里，郑和一家共有兄弟姐妹6人，其生活困难的程度，是可想而知的。在他12岁那年，明军进入云南，创伤未复，家庭又遭大变，生活更加艰难困苦。在这种情况下，郑和被送到北平，成为北平燕王朱棣家的一名奴隶，做了宦官。

郑和幼年时已开始学习伊斯兰教的教义和教规。父亲与祖父均曾朝拜过伊斯兰教的圣地麦加，熟悉远方异域、海外各国的情况。从父亲与祖父的言谈中，年少的郑和已对外界充满了强烈的好奇心，而父亲为人刚直不阿、乐善好施、不图回

郑和下西洋示意图



报的秉性也在郑和的头脑中留下了抹不去的记忆。

在封建统治下，宦官是被人鄙视的。而年轻的郑和仪表出众，身高七尺，腰大数围，眉目分明，行如虎步，声如洪钟，又因为学习刻苦、聪明伶俐、才智过人、勤劳谨慎，很快取得了燕王的信任，被朱棣选在身边作为贴身侍卫。此时的郑和本身所具有的优秀光荣传统和领袖才能开始逐渐显露，在长达4年之久的“靖难之役”中，郑和跟随朱棣出生入死，南征北战，参加了多次战斗，建立了许多战功，成为朱棣夺取政权即位称帝的主要功臣之一。因此，朱棣登上皇位（明成祖）以后对郑和愈加信任。永乐二年（1404）初，朱棣亲笔写了一个“郑”字，赐他为姓，并提升为内宫兼太监，他的姓也就由此而来。由于郑和小字“三保”，所以人们也叫他“三宝太监”。


郑和墓

郑和成为明成祖的亲信与随从后，广泛接触统治阶级上层人物，开阔视野，增长见识，又由于他为人正直，能与燕王推心置腹，共同商量国家大事，并随时向燕王学习政治、军事及处理各类事物的谋略。跟随燕王之后，耳濡目染，郑和受教育程度又加深了一层。这一切都促使朱棣在寻找下西洋的最佳人选时，首先想到的是郑和。郑和姿貌才智，在内侍当中无人可比，是领航远洋的最佳人选。从此郑和开始了他七下西洋的壮举，在世界航海史上写下了极其光辉的一页。


郑和铸大铜钟

明宣德六年（1431），郑和第七次远航“西洋”时在福建铸造了这口铜钟。

郑和七下西洋

郑和是中国历史上最杰出的航海家。从永乐初年起，郑和按照明成祖朱棣的安排转向航海事业。在早期的航海活动中，郑和已在研究和分析航海图、通晓牵星过洋航海术、熟通各式东西洋针路簿、天文地理、海洋科学、船舶驾驶与修理的知识技能。从明永乐三年（1405）至宣德八年（1433），郑和先后率领庞大船队七下西洋，经东南亚、印度洋远航亚非地区，最远到达红海和非洲东海岸，航海足迹遍及亚、非30多个国家和地区。这七次航行的规模之大，人数之多，组织之严密，航海技术之先进，航程之长，不仅显示了明朝国家的强大，也充分证明了郑和统帅千军的才能。

1405年6月，郑和率领由62艘大海船2.9万余人组成的远洋舰队，由苏州刘家河出发，第一次出

明代航海技术

郑和的远洋航行，前后七次，都战胜了狂风巨浪，胜利返回，说明明代初期，我国的航海技术还居于世界前列。当时使用的仪器和掌握的先进技术，包括航海罗盘针、计程法、测探器、牵星板、针路记载、航海图绘制等。这都给远洋航行创造了良好的条件。许多外国商人从海道来中国经商，大都搭乘比较安全的中国海船。

使南洋。最大的船长100多米，宽几十米，可容纳1000人，船上有航海图、罗盘针。当时使用的罗盘针分许多方位，划分若干度数，按照一定的方向和度数航行，就可以测出航行的远近。这种罗盘针夜间还兼看星辰，能观星定向，充分显示了中国造船业和航海业的先进技术和劳动人民的伟大智慧。此次航行于1407年9月满载而归。之后，他又分别于1407年9月至1409年7月、1409年10月至1411年7月、1413年至1415年、1417年5月至1419年8月、1421年正月至1422年8月、1430年6月至1433年7月率船队远航，扩大了中国的声威，加强了中国同各国的贸易往来。

郑和船队给所经过的国家带去大量的中国瓷器、铜器、铁器、金银和各种精美的丝绸、罗纱、锦绮、纻丝等丝织品，同时也换回了亚非各国的许多特产，如胡椒、象牙、宝石、染料、药材、硫黄，香料、椰子以及长颈鹿、狮子、驼鸟、金钱豹等稀贵动物。广泛地促进了中国与亚非国家的经济交流。郑和是明成祖的宠臣却不骄功。在七下西洋的过程中，尊重他国信仰，建立友好邦交，拓展了明朝的海外贸易，是世界上打开中国到红海及非洲航线的第一人。在他遭冷落守备南京时不忘绘制海图泽被后代，最后逝于海外，将整个生命都幸献给了中国的航海事业。

郑和下西洋，前后历经30年，其时间之早，规模之大，都是后来的哥伦布、麦哲伦所不能相比的。它比哥伦布发现新大陆早87年，比麦哲伦到达菲律宾早116年。郑和下西洋后，大大加强了中国与南洋的联系，航路畅通，贸易发展，在世界航海史上写下了极其光辉的一页。

明代航海技术

郑和的远洋航行，前后七次，都战胜了狂风巨浪，胜利返回，说明明代初期，我国的航海技术还居于世界前列。

当时使用的仪器和掌握的先进技术，包括航海罗盘针、计程法、测探器、牵星板、针路记载、航海图绘制等。

罗盘针是航海中最重要的工具，由领航员

台湾安平港



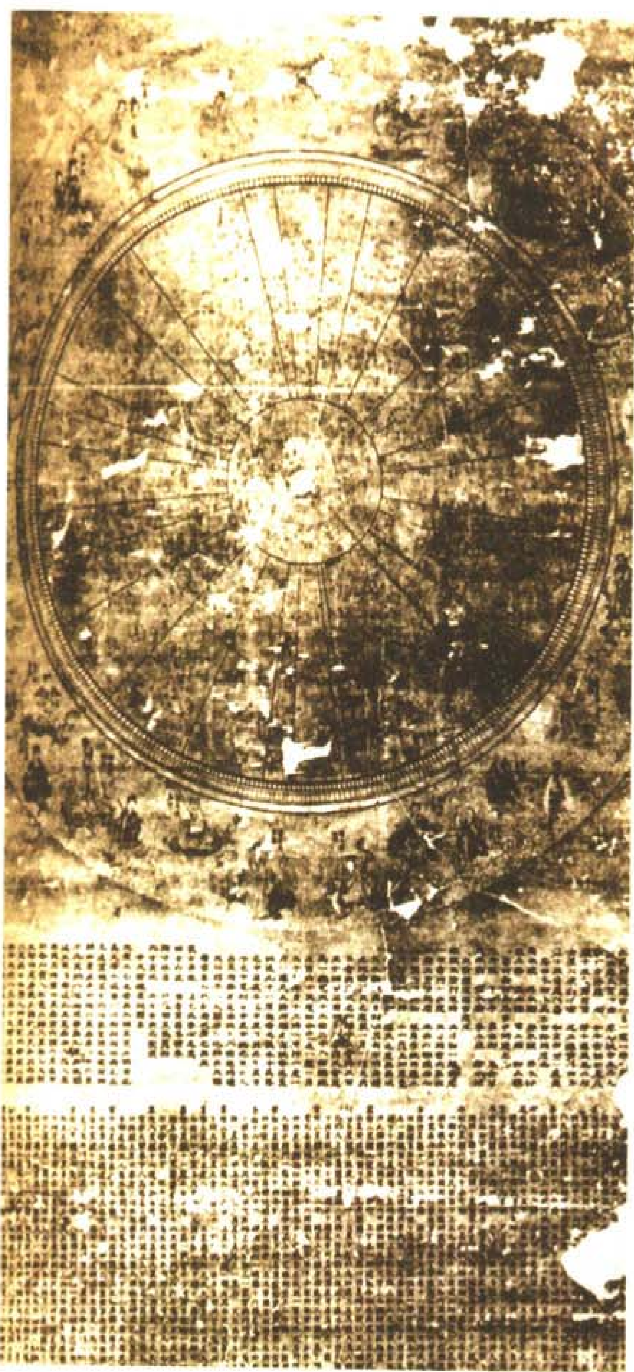
(火长) 亲自掌握，并决定航向。火长还掌握针路和航海图的绘制与使用。郑和下西洋时，选择最有经验的人任火长，船上设有专门放置罗盘的针房。

计程法是计算航速与航程的方法。已知宝船的长度，把木片从船头投下，测出木片从船头到达船尾的时间，以船长除以时间，就得出了航速。当时航海一昼夜分为10更，用燃香计算时间。用航速乘以时间，就可求知航程了。当时，船的航速约为一更30公里。

明代仍以长绳系铁器为测深工具，对浅海和有礁石的航程多做测深记录，以便航行，并记于航海图上。

牵星板是观测星辰地平高度的仪器。测知星辰高度是为了计算船舶夜间所在的地理纬度。郑和的牵星板是一套由12块正方形木板和一块四角缺刻的象牙制成的小方块组成。12块正方形木板，最大的每边长24厘米，以下每块递减2厘米，最小的块边长约2厘米。四角缺刻的象牙方块，缺刻四边的长度分别是最小的正方形木块边长的1/4、1/2、3/4、1/8。

如用牵星板观测北极星，方法是左手拿木板



天后宫星图

发现于福建莆田，纸质。中央绘星图。上下有文字说明。图星四周绘有二十八宿星象图，以北极星为中心，共1400颗星。在王良、阁道旁边出的一颗客星，是572年在仙后座出现的超新星，也称“第谷新星”。但据《明实录》所载，我国科学家比第谷早发现三天，而且多观测了约两个月。

明朝海禁

明朝禁阻私人出洋从事海外贸易的政策。亦称“洋禁”。洪武年间朱元璋屡申“闭番禁令”，规定“滨海居民不许与外洋番人贸易”，颁布“将人口军器出境及下海者，绞”等严刑峻法。又在山东至广东的沿海地区修筑海防工事，建立严密的“巡检”制度。永乐以后，仍重申“严私通番国之禁”，当时从事海上贸易获利甚巨，官僚地主多与商人勾结，串通官府，逃避禁令，招诱破产贫民出海。有的更“名为商贩，时出剽劫”，既是走私，又是海盗。有些豪门、奸商，利欲熏心，不仅与葡萄牙殖民者进行非法贸易，而且勾结倭寇在东南沿海一带掳掠杀害中国人民，构成“倭寇之患”。“官市不开，私市不止”，参加对外贸易的人越来越多，朝廷无法禁绝。至隆庆初，才开放海禁，“准贩东、西二洋”，以征收商税，增加财政收入。海外贸易的发展，促进了东南沿海地区商品性农业和手工业的繁荣，为资本主义萌芽的成长提供了有利条件。

一端的中心，手臂伸直，眼看天空，木板的上边缘是北极星，下边缘是水平线，这样就可以测出所在地的北极星距水平的高度。测量时可以用12块木板和象牙块四角缺刻调整使用，求得北极星高度也就求得了所在地的地理纬度。

这种用牵星板的观测方法，叫牵星术。郑和下西洋时，曾派专人负责观测，并做记录。航行的往返皆有“牵星为记”。牵星一般是观测北极星，在低纬度看不到北极星时，观测华盖星（即小熊星座β、γ星）其他方位，还可以观测织女星和灯笼骨星等。郑和的航海图，保存至今的有明代茅元仪的《武备志》卷240中的20幅图。标题是《自宝船厂开船从龙江关出水直抵外国诸番图》。20幅图40面，可接连为一幅横条图。图上绘有沿岸地形、岛屿、礁石、浅滩、重要针路。

针路记载开船地点、航向、航程、停泊处所等。航向是罗盘针位，郑和的罗盘针位曾编成《针位编》一书，可惜失传了。

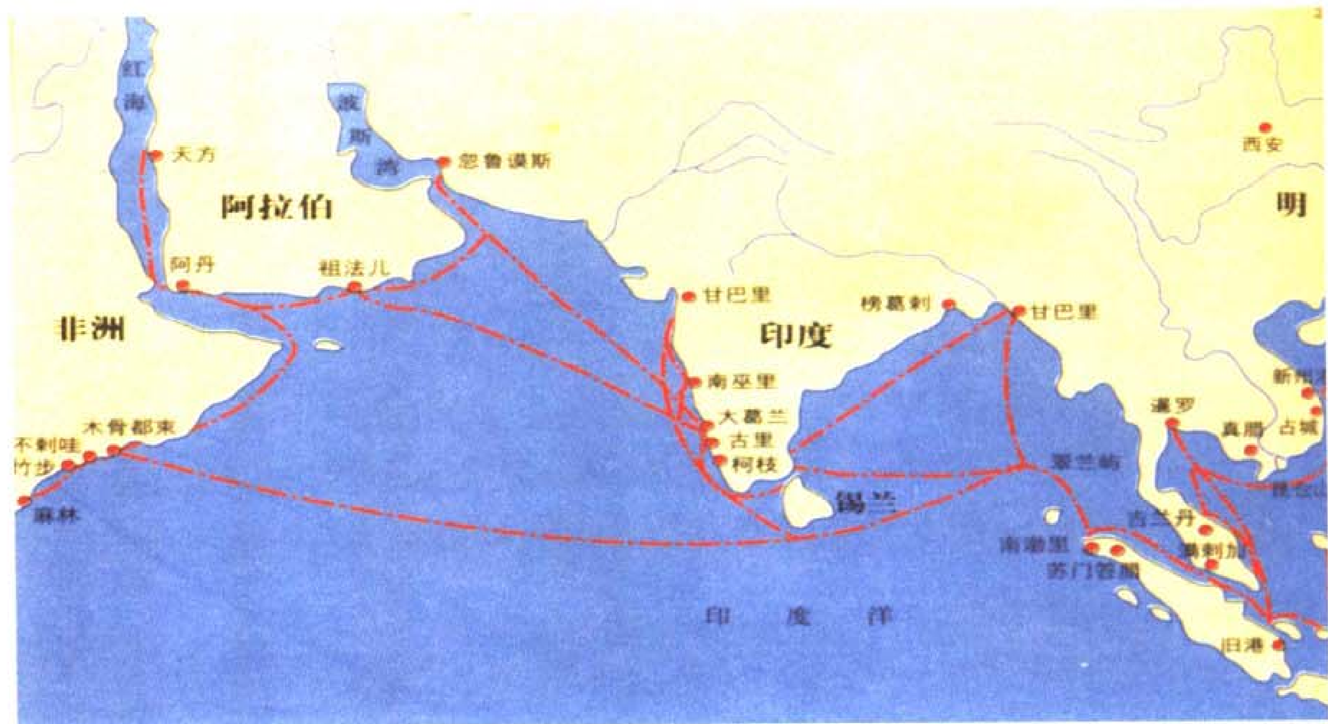
茅元仪《武备志》中的航海图上，记载了观测的牵星记录和测量所得水深。航行时，依据所记针位，参考航程的测算，就可顺利地到达目的地。这幅图在东西交通史上和航海史上占有很重要的地位。


皇帝聖旨公差人員經過
驛分持此符驗方許
應付馬疋如無此符
擅便給驛各驛官吏
不行執法循情應付
者俱各治以重罪宜
令準此

明朝徽商

明朝商人集团与西商并雄，成为当时主要的商业资本集团之一。因居于徽州（今徽歙县、黟县及江西婺源一带）而得名。徽商的主要活动范围在长江流域，沿江各地区有“无徽不成镇”之说。还到达山东、河南、陕西、河北、辽东、广东、福建等地，以及一些边疆海岛和少数民族地区，有的甚至营商海外。徽商经营行业十分广泛，尤以盐业为最。不少徽商资产以百万甚至千万计。

郑和下西洋示意图



049 建筑史上的丰碑之作长城和故宫



世界最伟大的人工建筑——万里长城和世界最大的皇家建筑群——故宫，这两大世界建筑杰作构成了明代建筑设计规模宏大、气象雄伟的特点。



长城

长城像从天而降的巨龙，奔腾飞舞在惊涛骇浪的崇山峻岭中，随山势而伏跃。它有时隐藏于山后，有时飞越峰岭之巅，迂回曲折，蜿蜒疾驰，跌入深渊，然后一跃而起，飞腾在密云浓雾之中。哪里险要，长城就出现在哪里。长城阅尽每个朝代的兴衰，经历了长期的风霜雨雪和无数次的战争。长城不屈不挠顽强地生存下来，显示了不畏强暴、勇往直前的性格。诗人说过：“上临星斗三千丈，下瞰燕云十六州”。长城的伟大雄姿和坚强的性格，是中华民族的骄傲。





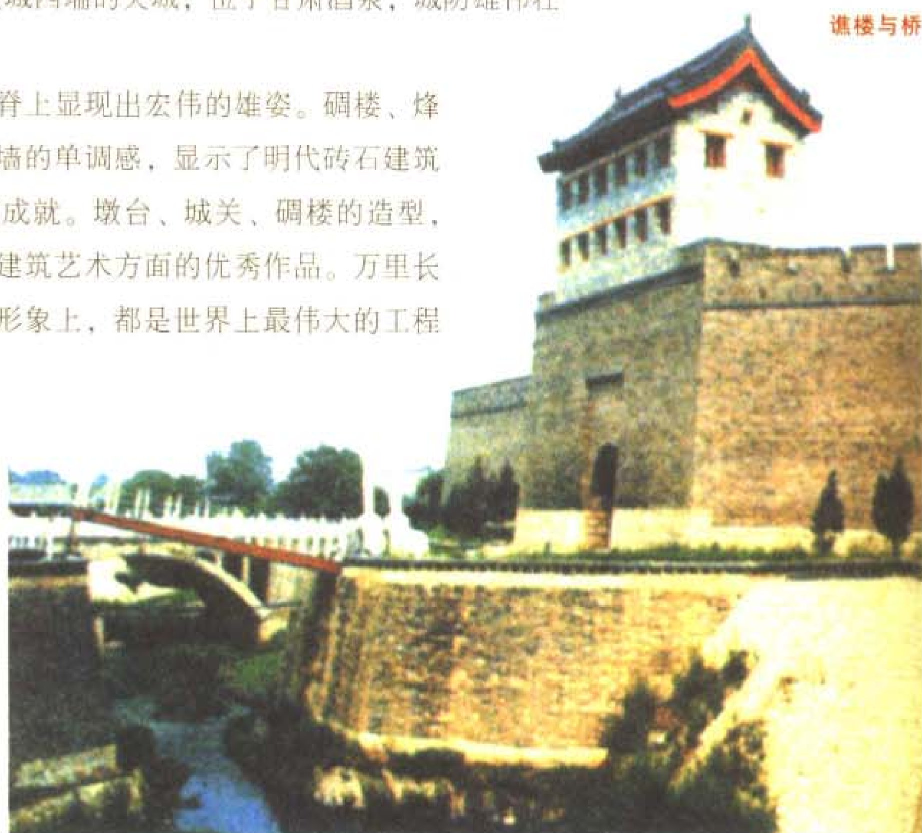
长城，是中华各族人民的血汗结晶，中国古代文明的杰作。长城总长达12700多华里，仅明代长城从渤海湾头的山海关起经华北的燕山、太行山、云中山，越过西北的黄土高原和贺兰山，到新疆和甘肃交界的嘉峪关，也有1万多里。长城钢铁般的身躯，坐在花岗岩般的宝座上，伟踞东方，岿然不动。

明朝的长城，东起鸭绿江，西达嘉峪关，全长达12700多华里，故称万里长城。分属辽东、蓟州、宣府、大同、太原、延绥、宁夏、固原、甘肃九镇管辖。长城的主体是城墙，多建在蜿蜒曲折的山脊上，以砖墙、石条墙、夯土墙为主体，高约8米，墙基宽6米，墙顶宽5米，墙顶外设垛口，约高两米，内砌女墙，约高1米。每隔70米修碉楼一座。在山岭最高处，建报警的烽堠墩台，台上蓄薪，遇有敌情，白昼焚烟，黑夜举火。烽堠多以砖石砌成，成方形，每面8米，高12米。

长城的险要地带，设有关城，成为重要的军事孔道和防御设施。如雁门关是由大同通往山西腹地的关隘。居庸关是通往北京的关城，在两山夹峙约25公里的山道中，设城堡四座。山海关控制海陆咽喉，称“天下第一关”。嘉峪关是长城西端的关城，位于甘肃酒泉，城防雄伟壮丽。

万里长城在蜿蜒无尽的山脊上显现出宏伟的雄姿。碉楼、烽堠、关城遥相呼应，打破了城墙的单调感，显示了明代砖石建筑材料、结构和施工方面的建筑成就。墩台、城关、碉楼的造型，建筑物上的砖石雕刻，是明代建筑艺术方面的优秀作品。万里长城无论在工程技术上，或艺术形象上，都是世界上最伟大的工程之一。

谯楼与桥



故宫

故宫是中国现存规模最大、最完整的皇宫建筑群，总面积达72万多平方米，有殿宇宫室9999间半，被称为“殿宇之海”，气魄宏伟，极为壮观。无论是平面布局，立体效果，还是形式上的雄

伟堂皇，都堪称无与伦比的杰作。



故宫也称“紫禁城”。这里曾居住过24个皇帝，是明清两代（1368-1911）的皇宫，现辟为“故宫博物院”。故宫的整个建筑金碧辉煌，庄严绚丽，被誉为世界“五大宫”之一（北京故宫、法国凡尔赛宫、英国白金汉宫、美国白宫、俄罗斯克里姆林宫），并被联合国科教文组织列为“世界文化遗产”。

一条中轴贯通着整个故宫，这条中轴又在北京城的中轴线上。三大殿、后三宫、御花园都位于这条中轴线上。在中轴宫殿两旁，还对称分布着许多殿宇，也都宏伟华丽。这些宫殿可分为外朝和内廷两大部分。外朝以太和、中和、保和三大殿为中心，文华、武英殿为两翼。内廷以乾清宫、交泰殿、坤宁宫为中心，东西六宫为两翼，布局严谨有序。故宫的四个城角都有精巧玲珑的角楼，建造精巧美观。宫城周围环绕着高10米，长3400米的宫墙，墙外有52米宽的护城河。

故宫里最吸引人的建筑是三座大殿：太和殿、中和殿和保和殿。它们都建在汉白玉砌成的8米高的台基上，远望犹如神话中的琼宫仙阙。第一座大殿——太和殿是最富丽堂皇的建筑，俗称“金銮殿”，是皇帝举行大典的地方，殿高28米，东西63米，南北35米，有直径达1米的大柱92根，其中6根围绕御座的是沥粉金漆的蟠龙柱。御座设在殿内高2米的台上，前有造型美观的仙鹤、炉、鼎，后面有精雕细刻的围屏。整个大殿装饰得金碧辉煌，庄严绚丽。中和殿是皇帝去太和殿举行大典前稍事休息和演习礼仪的地方。保和殿是每年除

明清的园林建筑技术

随着社会经济的发展和统治阶级的生活需要，明清时期的园林艺术出现了繁盛的局面，皇家苑囿和私人园林的数量、规模都大大超越前代。皇家园林如北京西郊的颐和园、热河的避暑山庄、玉泉山的静明园等。私家园林如苏州的拙政园、无锡的寄畅园、扬州的个园等。而这些园林建筑在绘画、诗文影响下，在意境设计、气氛渲染上有着不少值得重视的创造。



夕皇帝赐宴外藩王公的场所。

故宫建筑的后半部叫内廷，以乾清宫、交泰殿、坤宁宫为中心，东西两翼有东六宫和西六宫，是皇帝平时办事和他的后妃居住生活的地方。后半部在建筑风格上同于前半部。前半部建筑形象是严肃、庄严、壮丽、雄伟，以象征皇帝的至高无上。后半部内廷则富有生活气息，建筑多是自成院落，有花园、书斋、馆榭、山石等。在坤宁宫北面是御花园。御花园里有高耸的松柏、珍贵的花木、山石和亭阁。名为万春亭和千秋亭的两座亭子，可以说是目前保存的古亭中最华丽的了。

故宫还用小品建筑，如华表、石狮、龙壁、铜龟、日规等，构成局部的艺术气氛。明清故宫建筑的空间组织和立体轮廓在统一中又有变化，反映了中国古代建筑的艺术成就。它是世界上最优秀的建筑群体之一。



明中都城墙

明清园林建筑技术

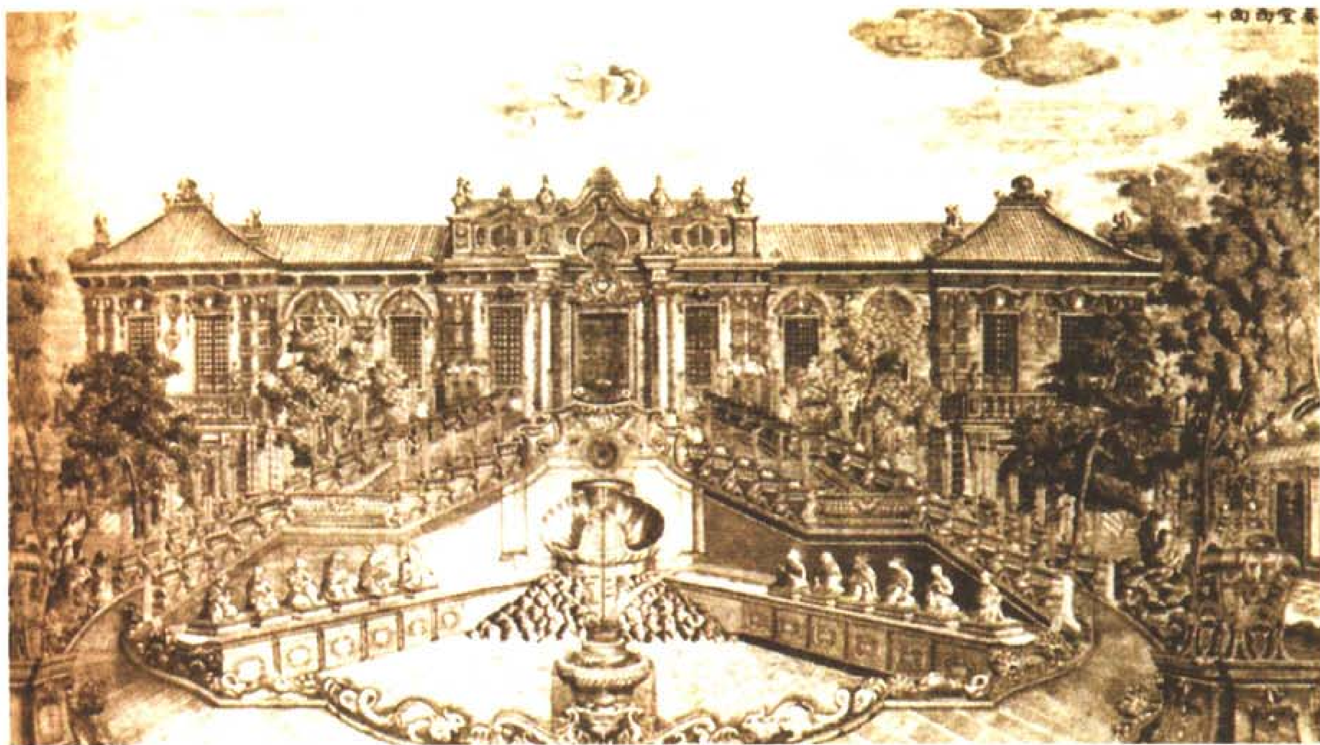
明清的园林主要有皇室园囿和私家园林两大类。皇家园林如北京西郊的颐和园，热河的避暑山庄，玉泉山的静明园等。私家园林如苏州的拙政园、无锡的寄畅园、扬州的个园等。

园林建筑的技术手法与建筑原则都有很高的成就。建筑园林一般分两大部分，即建筑物与景观。建筑物以厅堂、楼阁、榭亭为主，以回廊、石舫、围墙为副，各景区主次分明，互相联系，各具特色。设计力求自然，富有曲折感，很少采用简单的几何图形，以避免单调感。充分利用对景手法造景，从一定的观赏点来取景、造景。水景有聚有分，以聚为主，以分为副，包括湖池、堰闸、瀑潭、溪涧、喷泉等。叠造假山，丰富多姿，做法有立峰、压叠、构洞、刹垫、榻缝等技术。绿化植物奇峰怪石相配搭，构成姿态、色香俱佳的艺术效果。

计成的《园冶》一书，是明代园林建筑的经验总结，是世界上第一部系统研究造园技术理论的著作。

计成字无否，号否道人，今江苏吴江人。明




圆明园西洋楼图

万历十年 (1582) 生，崇祯八年后，事迹不可考。

计成出身于擅长书画的家庭，他也自小学画，擅长山水。中年后，曾出游燕、楚，40岁左右回到江苏镇江。在偶然的堆造石壁时，显露了非凡的才华，遂开始了终生的造园事业。

他造的第一个名园，是常州吴玄的东第园，使他一举成名。第二个名园是为汪士衡所造的寤园，获得更大成功，使他驰誉大江南北。崇祯六年 (1633)，他为好友郑元勋建造影园。崇祯八年前后，影园建成。在阮大铖帮助下，刊刻了《园冶》一书。其后计成就失踪了。

《园冶》分三卷，卷一分兴造论、园说、相地、立基、屋宇、装折等内容。兴造论与园说，阐述造园之意义，强调造园重在表现意境。提出“虽由人作，宛自天开”为最高境界。

相地、立基是根据不同的地形、江湖溪涧的特点，进行与自然环境相统一的设计。屋宇、装折论述了殿堂、楼阁、台榭等建筑。

卷二栏杆，论述了具体建筑要服从整体造园的需要，不能孤立独行。画出了各种栏杆图式100种。

卷三分门窗、墙垣、铺地、掇山、选石、借景六篇。叙述具体的建筑技术，其中“掇山”和


五亭桥

位于扬州瘦西湖畔，又称莲花桥，建于清乾隆二十二年(1751)。桥上置五亭，故名五亭桥。

"选石"最为重要。"掇山"又分为园山、厅山、楼山、阁山、书房山、池山、内室山、峭壁山、山石池、峰、峦、岩、洞、涧、曲水、瀑布等项叙述。其桩木理论和掇山途径提倡因地制宜，因材致用。"选石"依自己的经验，列出16种，指明产地、石性和如何造景使用。



鼓楼

明永乐十八年(1420)建，后毁于火。清乾隆十年(1745)重建。筑于高大的砖石城台上，楼内吊有永乐年间铸的大钟。

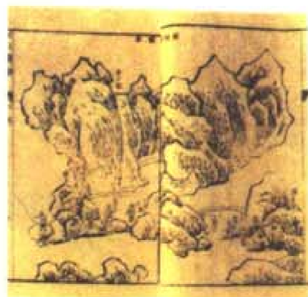
"借景"是中国园林艺术的传统表现手法，计成认为是园林最重要的技术。有"远借、邻借、仰借、俯借、应时而借"等方法。

《园冶》的建筑理论，是以"巧手因借，精在体宜"为原则。以山水为变化的丰富内涵，力求创造"虽由人作，宛自天开"的境界，获取天然之趣。这种天人一体，情趣自然的思想，是《园冶》的可贵贡献。只有将建筑、山石、流水、绿化等都以自然的存在为依归，进行布局构建，才能创造出自然和谐、含蓄深邃、别有天地的情趣，取得一种幽静、雅致、闲逸的风格。它成为世界园林建筑艺术中，别具一格的中国园林学思想理论。



贡院

050 宋应星与科技名著《天工开物》



知识渊博、独步后人的进化论大师达尔文称我国的一位科学家为“东方的百科全书式的学者”并对之恭敬不已。他就是明代的大科学家宋应星。

那么，宋应星是一个怎么样的人呢？他在我国历史上做了哪些贡献呢？



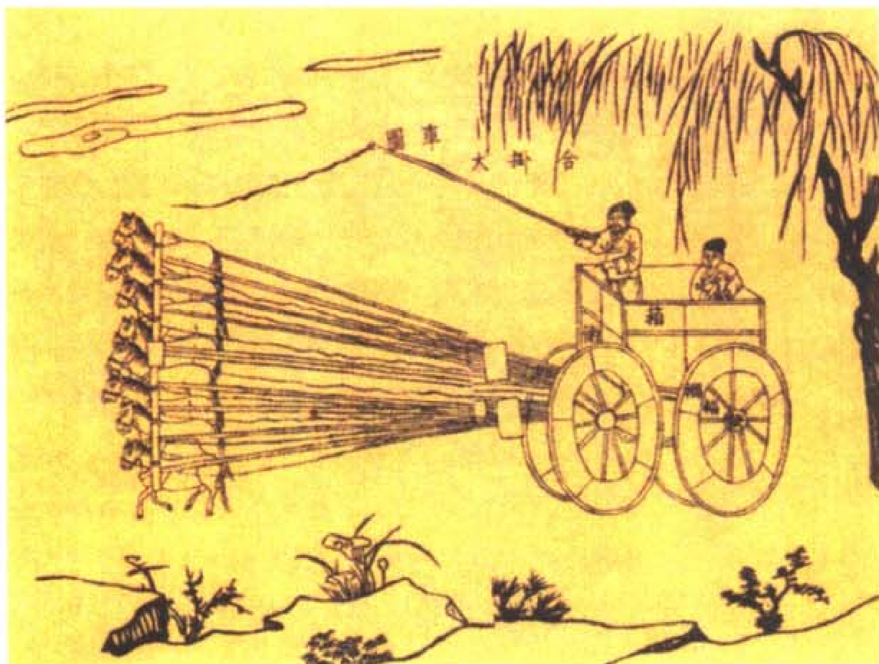
明人绘《画出警图》

宋应星（1587-1666），字长庚，江西奉新县人。宋家是一个世代书香人家，宋姓在当地是大姓，曾祖宋景字以贤，号南塘，曾任南京吏、工、兵三部尚书，京师都察院左都御史等，为官清正，对宋氏后代有很大影响。宋族后人代代读书，举人、秀才层出不穷。

宋应星兄弟姐妹六人，他为老三。幼时与长兄宋应昇在叔祖宋和庆创办的家塾内就读。他自幼聪颖好学，没几岁就能做诗，有过目不忘的本领，学业成绩之佳为师长所惊奇，深得老师及长辈的喜爱。后来，他与哥哥一起考入当地县学当庠生，熟读经史及百家书，对程朱理学有较深钻研，又能独立思考。他个性活泼，对枯燥乏味的八股文不感兴趣，对自然科学及技术却很有兴趣，熟读过李时珍的《本草纲目》等书，还喜欢音乐、美术，对时事政治特别关心，怀有济国济民的理

《江南农事图》





《合挂太车图》

载于《天工开物》中。为八匹马驾车，是目前实物及壁画中马匹最多的车马图，应属帝王之车。

想，常与同窗好友游山玩水，吟诗作赋，纵论天下。

万历四十三年（1615），宋应星与其兄宋应昇赴省城南昌参加乙卯科乡试。在一万多名考生中，宋应星考取全省第三名举人，他的哥哥名列第六。奉新县只有他们兄弟俩中举，故时人称他们为“奉新二宋”。乡试的成功使宋氏弟兄受到鼓舞，当年秋赶往京师应次年丙辰科会试，但第二年春发榜时，名落孙山。为作好再应试准备，他们兄弟俩特地去江西九江府白鹿洞书院学习，投师于洞主舒曰敬。万历四十七年（1619），又一次进京会试，仍然名落孙山。此后又在天启及崇祯初年再次参加会试，结果均未中举，从此遂绝科举之念。

崇祯四年（1631），宋应星的哥哥宋应昇由吏部选任浙江桐乡县令，走上仕途。宋应星经历了几次科举后，意识到封建选仕制度的弊端，打消了做官的念头，回乡去侍奉老母。崇祯八年(1635)，被兄宋应昇接到浙江后，宋应星出任袁州府分宜教谕（相当于现在的老师）。任职四年，取得优良教育成绩，使当地风气改善了。更重要的是利用这业余时间开始写书。因为在会试途中，他行程数万里，曾做了广泛的社会调查，对南北各地的农业和手工业生产作了大量的详细的科学考察，收集了丰富的资料。这是宋应星一生中的最重要阶段，他的主要著作都在此期间撰写。

崇祯十一年（1638），宋应星因教学工作优秀，又被推举到福建，掌管一府刑狱，俗称刑厅，亦称司理。此时已是明王朝灭亡前夕，他到任后，州内因战乱破坏，连升堂处所都没有，官员大多出走。不久，李自成农民起义大军攻占京师，清兵入关，建都北京，宋应星成为亡国之民。明朝遗老组织新王朝，委任宋应星为官，他推辞不就，回归故里，过着隐居的生活。他兄弟和其他的江西志士都寄希望于南明福王政权，但此政权却由阉奸阮

宋应星小故事

宋应星有那么大的科技成就，与小时候的爱好自然科学技术有关。他小时侯很喜欢学习，被当时读书人称为“旁门左道”的各种物件的制作技术。有一次，他和几个朋友到一个人家去做客。那人家里摆满了许多大小、形状、颜色、图案都不同的花瓶。宋应星立即对这些陶土制成的花瓶发生了兴趣，不断询问这些花瓶的制作方法。一些朋友却摇头对他说：“这些花瓶的制造方法，不过是雕虫小技罢了，不值得我们读书人学习。”宋应星却想：我们对这些日常生活用品，都不知道是怎么来的，这只说明自己的无知，怎么能简单地看作为雕虫小技呢？我一定要把他们搞懂。于是，他开始留心做各种技艺资料的收集和记录。



铸斧图

大铖、马士英把持，排斥忠良，不久便灭亡于满清铁蹄之下。清兵南下攻取江西时，宋应昇于1646年服毒殉国，宋应星埋葬胞兄后，在一直过着隐居生活，在贫困和悲愤中度过晚年，大约死于康熙五年（1666），享年八十岁。遗有二子，长子宋士慧字静生，次子宋士意字诚生，皆有文才，人称“双玉”。宋应星生前教导子孙，一不要科举，二不要做官，子孙皆能奉此遗训，在家安心耕读。

宋应星的传世著作有《天工开物》《野议》《论气》《谈天》《思怜诗》等。以《天工开物》最重要。

《天工开物》是世界上第一部关于农业和手工业生产的综合性著作，被欧洲学者称为“技术的百科全书”。它对中国古代的各项技术进行了系统地总结，构成了一个完整的科学技术体系。对农业方面的丰富经验进行了总结，全面反映了工艺技术的成就。书中记述的许多生产技术，一直沿用到近代。此书于崇祯十年（1637）由友人涂绍煃（字伯聚）资助，初版刊刻于南昌府。

全书分三卷十八章。有《乃粒》《乃服》《彰施》《粹精》《作咸》《甘嗜》《陶埏》《冶铸》《舟车》《锤炼》《燔石》《膏液》《杀青》《五金》《佳兵》《丹青》《曲蘖》《珠玉》，涉及的农业和手工业部门近30个，是一部技术百科全书。

《乃粒》论述稻麦、粟等粮食作物的种植栽培技术和生产、灌溉工具；《乃服》记述养蚕、缫丝、丝织、棉纺等生产技术和工具操作技术；《彰施》叙述各种植物染料和染色技术；《粹精》介绍稻、麦、粟的收割、脱粒、磨粉等加工技术与工具；《作咸》论述制盐技术与工具；《甘嗜》

跑马道

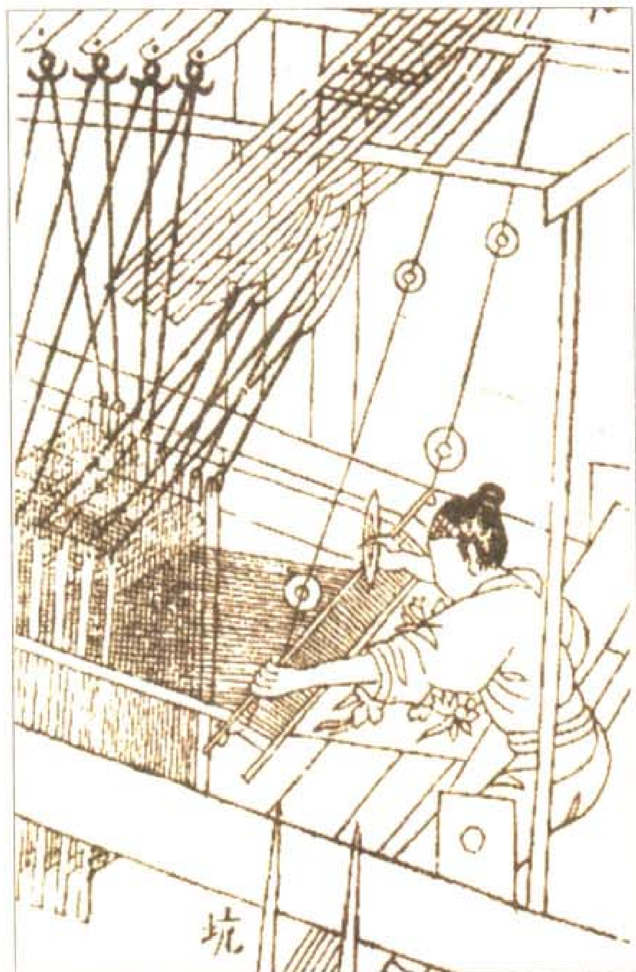
古金陵（今南京）为朱元璋起家的根据地和登基地。现南京中华门系明洪武初年所建，称“聚宝门”。图为中华门城上的跑马道。



记载甘蔗种植和制糖技术，兼及养蜂与制蜜技术；《陶埏》介绍砖瓦、陶瓷的生产技术与工具；《冶铸》论述传统的铸造技术、工艺和工具；《舟车》说明各种车船构件、用材和驾驶方法；《锤锻》系统记载了铁器、铜器锻造工艺和加工技术；《燔石》记述石灰、煤、硫黄等开采、挖掘技术；《膏液》介绍油料作物的提炼、加工技术与工具；《杀青》论述纸的原料、加工和用途；《五金》论述金、银、铜、铁、锡等的开采、冶炼、分离等技术；《佳兵》记载弓箭、火药、枪炮等制造技术；《丹青》记述墨和文具制造技术；《曲蘖》介绍酒曲的原料、配比和制造技术；《珠玉》记述南海采珠、新疆采玉、井下取宝石的加工方法与技术。全书还有123幅插图，对我国古代农业和手工业生产技术做了全面系统的总结。

17世纪末，《天工开物》传入日本，18世纪传入朝鲜，1869年传入欧洲，有了法文译本。现已有日、法、英等多种译本。法国学者儒莲称《天工开物》为“技术百科全书”，日本学者三枝博音称其为“中国有代表性的技术书”，英国科学史专家李约瑟博士称其为“17世纪早期的重要技术著作”，称赞宋应星为“中国的狄德罗”。可见，《天工开物》是全世界公认的世界性科学技术名著。

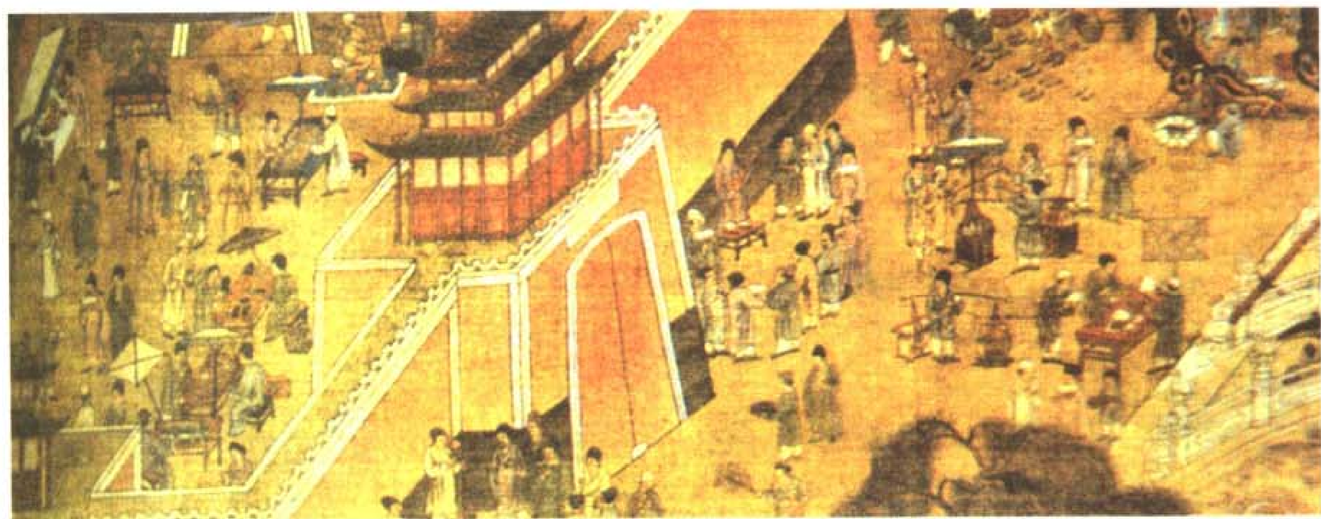
“此书于功名进取，毫不相关也！”可是也正是此书给不求功名的宋应星在数百年间赢得了世界性的荣誉，赢得了后世之人永久性的推崇。



花机图 《天工开物》中的插图。

皇都积胜图

明人所绘。描画了明京及郊外市场商贾云集、弹唱说书的繁华景象。



051 康熙皇帝的科技活动与成就



康熙皇帝叫爱新觉罗·玄烨，在位61年，是中国历史上最重视科学技术的皇帝。他不仅重视中国的传统科学，也乐于接受西方传入的先进科学知识。他不仅支持大臣和知识分子搞科学研究，而且以身作则，率先垂范地学习科学知识。这样的皇帝，在中外历史上都是极其罕见的。



康熙皇帝朝服像

康熙皇帝经历的第一件科技活动，是中西的历法之争。

清顺治二年（1645），清政府把汤若望的《时宪历》颁行全国，任命他为钦天监正，从此西洋的传教士掌握了天文历法大权。顺治十六年（1659），既不懂中国传统天文历法，也不了解西方天文历法的杨光先（1597－1669）写了《辟邪论》，反对传教士主持天文历法工作，要求惩治汤若望、南怀仁、李祖白等传教士。

康熙三年（1664），只有11岁的玄烨，按执政大臣鳌拜的意见，把汤若望、南怀仁逮捕入狱。康熙四年（1665）三月，杨光先又上书指责西洋历法十大错谬。又按鳌拜的意见将汤若望、李祖白、杜如预等传教士判死刑，后来汤、杜被赦免，李祖白等被处死。杨光先掌握了钦天监的大权。

康熙七年（1668），渐渐长大的玄烨有所醒悟，重新任命南怀仁参加钦天监的工作。12月，南怀仁向康熙帝汇报了钦天监监副吴明烜推算历法的各种误差。玄烨吸取过去轻信杀人的教训，这次他派大臣20人，赴天文台测验，结果是南怀仁说的各项预测完全正确，而吴明烜的预测逐条都有错误。杨光先被罢免，因年老免于治罪，南怀仁任钦天监监正。南怀仁在康熙皇帝的支持下，制作了天体仪等六件大型天文仪器，并撰写《灵台仪象志》一书，对这些仪器的原理、结构和使用方法加以说明。

青少年时代的玄烨，经历了历法斗争的风波，他清楚地认识到西方传入的天文历法知识比中国

的传统天文学更先进。这促使他积极学习西方科学知识。

葡萄牙传教士徐日升、闵明我（1657−1712）、比利时传教士安多（1644−1709）等，都住在北京，得到康熙皇帝的重用。康熙二十四年（1685），法国传教士塔沙尔、洪若翰等6人来中国传教，除沙塔尔留居泰国外，有5人来中国。他们经徐日升引见，都得到康熙皇帝的召见，并把深明数学的白晋、张诚（1654−1707）留在宫中任职。

据白晋回忆，康熙皇帝请南怀仁当老师，主要讲解天文仪器、数学仪器的使用方法，讲解几何学、力学、天文学中最新奇、最简要的内容，并编写成教材。

徐日升、张诚、白晋等传教士也轮流值教，每天向康熙皇帝讲授西方数学、测量学、天文历法、火炮制造等科技知识。康熙皇帝外出时，也带上懂科学的传教士，随时请教。

白晋回忆张诚给康熙讲数学的情景说："皇上认真听讲，反复练习，亲手绘图，对不懂的地方立刻提问，就这样整整几个小时和我们一起学习。然后，又把讲稿留在身边，在室内反复阅读。同时，皇上还经常练运算和仪器的用法，复习欧几里得的主要定律，并努力记住其推理过程。这样学习了五六个月，康熙皇帝精通了几何学原理，取得了很大进步。"

康熙皇帝通过刻苦学习，掌握了几何原理、主要数学仪器的用法和几何学、算术的实际应用。康熙皇帝还常常从民间发现和提拔学有专长的科技人才。康熙四十四年（1705），他到南方巡视，曾三次在船上召见梅文鼎，讲座数学问题。梅文鼎把自己写的《平三角举要》呈进皇帝。康熙四十八年（1709），他又召见精通数学的陈厚耀，再次问及梅文鼎。

康熙皇帝十分重视和优待有科学专长的知识

蒙文天文石

我国现存惟一的蒙文石刻天文星图。该星图用大块石料刻成，图下侧有图例，并以蒙文注明为"钦天监制天文图"，刻图时间大约在清雍正五年至十年间(1727−1732)。



分子。他接见梅文鼎时说："历象算法朕最关心，此学今鲜知者，如文鼎真仅见也。"亲写"绩学参微"四字相赠，以示表彰。康熙六十年（1721）梅文鼎病逝于宣城。康熙皇帝又命江宁织造颊曹监葬，以示关怀。

康熙皇帝接见陈厚耀后，将他调入北京，从事数学研究；又接受陈厚耀的建议"定布算诸书，以惠天下"；并按陈厚耀的推荐调梅文鼎的孙子梅瑴成来北京，与陈厚耀共同编撰《数理精蕴》等书。

康熙皇帝在科技上的另一大贡献是领导了全国地图的绘制工作。

康熙二十五年（1686），康熙皇帝给撰修《一统志》的总裁载德洪发了一道上谕："特命卿为总裁官，其董率纂修官，恪勤乃事，务求采搜宏

银镀金南怀仁款浑天仪

清康熙八年制。其安设在紫檀木方形框架中的。仪器上的水平圆圈为地平圈，并刻有度数。与地平圈垂直相交的为子午圈，刻有四象限。子午圈以内的各环分别为黄道带、黄道圈，皆刻有度数。地球安设于通轴的中心，上发明创造"亚细亚"、"欧罗巴"、"阿美利加"、"利未亚"等当时五大洲的名称。

博，体例精详，厄塞山川，风土人物，指掌可治，画地成图。"

康熙三次亲征噶尔丹和巡游东北、江南时，都令人随地测量经纬度，为绘制地图做准备。

康熙四十七年（1708），康熙皇帝又命令白晋、雷孝思、杜德美等人到长城测量经纬度。对长城各门、堡以及附近的城寨、河谷、水流，都做了测量，绘成了长城图。

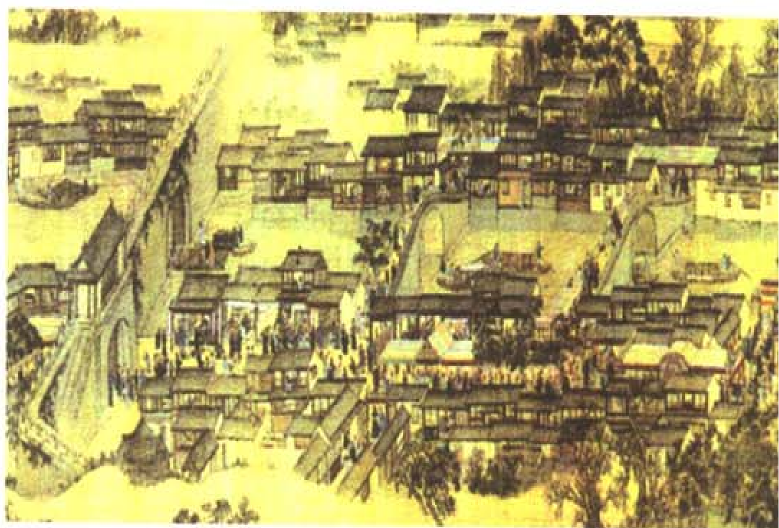
康熙四十八年（1709），雷孝思、杜德美、费稳江，测得了北纬41度-47度间每度的距离，发现经线随纬度的增加而增长。这是地球扁圆形的实证材料。12月完成了测绘任务。

康熙五十年（1711），分两路派人到山东和新疆测绘地图。山东一路由雷孝思、麦大城带队，从长城往新疆一路由杜德美、费稳带队。后一队测绘了喀尔喀蒙古（今蒙古人民共和国）、甘肃、陕西、山西，返回北京。这样，东北、华北、西北的大部分地区都已测绘完毕。

康熙五十二年（1713）派汤尚贤、麦大成等去江西、广东、广西测绘；派费稳、潘如往云南、四川测绘。康熙五十四年（1715）派雷孝思往云南、四川测绘。康熙五十四年（1715）派雷孝思往云南，后又和费稳等同往云南、贵州、湖北、湖南测绘。这全国性的测量，共测得经纬点641个。在当时的条件下，能在六七年内完成这样大范围的测

康熙南巡图

《康熙南巡图》共12卷，描绘玄烨于康熙二十八年(1689)第二次南巡时的盛况。第一卷绘玄烨一行从京师永定门出发抵达南苑的情景。



绘工作，不但是我国测绘史上的空前壮举，也是世界测绘史上的第一次。

西藏的测绘工作，康熙皇帝是派在钦天监学习过的两个喇嘛去的，由于当时西藏受到策妄的侵扰，两位喇嘛只从拉萨测量到恒河发源地，已不能前进，只好返回。在这次测绘中，测量了珠穆朗玛峰的高度，比印度测量局测量珠穆朗玛峰早135年。

18世纪初，欧洲很多国家尚未完成本国的大地测量，我国却已完成了全国的经纬度测量，并在此基础上绘制了全国地图，走在了世界的前列。


银镀金镶珊瑚松石坛城

康熙皇帝领导完成各地的测绘以后，开始编制全国地图。康熙五十六至五十七年（1717-1718）完成了全国地图的绘制，赐名《皇舆全览图》。全国采取经纬线都是斜交直线的梯形投影法，以经过北京的经线为本初子午线，按1：1400000-1：1500000比例尺绘制。地图的范围包括东北各省、蒙古、关内各省、台湾、哈密以东地区，即西到西经40余度，北至北纬55度。全国由28幅分图组成，包括蒙古、高丽，但未包括哈密以西和西藏。康熙五十八年西藏被绘入铜版的“皇舆全览图”中。

康熙年间对古生物化石记载说：“喀尔沁地方有青白色石，开发一片，辄有鱼形，如涂雌黄，或三或四，鳞鳍首尾，形体俱备，各长数寸，与今所谓马口鱼者无异。扬腮振鬣，犹作鼓浪泳游状。”有学者认为这是中生代狼鳍鱼化石。

康熙皇帝对泰山的预测：“泰山山脉自长白山来”，“西南行八百余里，结而为泰山。”对温泉水可以治病和所含矿物质有关的看法：“每遇温泉，即以银碗盛水，隔汤用文火收炼，俟碗水干，观水脚所积，或为礜石，或为碱卤，或为硫黄等，皆判然分晓”。对鸟叫声与鸟舌的长短有关的看法都是较有科学根据的。



052 明清时期西方科技的传入



明清时期，中国的封建专制制度日益强化，而腐朽的封建王朝正日益走向衰弱，人们的思想受到严重禁锢。而与此形成鲜明对比的是，西方国家在经历文艺复兴、宗教改革、新航海等重大事件之后，科技得到迅速发展，国力日盛，正一步一步迈向征服世界的道路。

与此同时，随着欧洲基督教的分裂，天主教力图改革，向外传教以寻求为资产阶级政治服务。16世纪至18世纪末，在中国传教的耶稣会传教士是用西方的先进科学技术作敲门砖的。传播科学知识比较有名的传教士有利玛窦（1552－1610）、南怀仁（1623－1688）、汤若望（1591－1666）等人。

利玛窦

带着西学而来的利玛窦开展了晚明士大夫学习西学的风气。由明万历至清顺治年间，一共有150余种的西方书籍翻译成中文。

利玛窦撰写的《天主实录》以及和徐光启等人翻译的欧几里得《几何原本》等书不仅带给中国许多先进的科学知识和哲学思想，而且许多中文词汇，例如点、线、面、平面、曲线、曲面、直角、钝角、锐角、垂线、平行线、对角线、三角形、四边形、多边形、圆、圆心、外切、几何、星期等等，以及汉字“欧”等就是由他们创造并沿用至今。

利玛窦制作的世界地图《坤舆万国全图》是中国历史上第一个世界地图，在中国先后被十二次刻印。而且问世后不久，在江户时代前期也被介绍到了日本。该地图使得日本人传统的崇拜中国的“慕夏”观念因此发生根本性的变化。对日本地理学的发展，有着很重要的影响。北极、南极、地中海、日本海等词汇皆出于此地图。至今，日本仍称17世纪至18世纪的地图为利玛窦系地图。



利玛窦像

利玛窦等人利用传播西方科学技术，吸引中国知识分子，一些有远见的知识分子，为了富国强兵，学习科学技术，成了他们的朋友和信徒，也成了他们传教的柱石。徐光启、李之藻就是这样的知识分子，康熙、乾隆等皇帝也对西方科学技术感兴趣，使利玛窦等耶稣会传教士的工作得以顺利发展。

数学

西方数学知识的传入，应首推利玛窦与徐光启翻译的《几何原本》，该书中所表现的严格的定义、完整的结构、一贯的演绎法、纯几何证明等，都是中国传统几何学所没有的。如三角形的性质、两个三角形全等、一般三角形相似的黄金分割等

都是新课题。他们两人合译了《测量法义》一书，说明测量高深广远的方法。

利玛窦还与李之藻翻译了《同文算指》《乾坤体义》，其中讲述了比较图形关系的几何学，包括多边形、多边形与圆锥体与棱柱体、正多面体浑圆与正多面体之间的关系等。

天文历法

天文学方面的知识也以利玛窦的传播最早。1584年，他在广东肇庆展览了浑天仪、天球仪、日晷、地球仪等。向当地官员和知识分子讲解基督教推算日历的方法。1595年在南京利玛窦又制造了象限仪、纪限仪，并向观众讲解相关知识与使用方法。

1601年利玛窦回到北京后，又在天主教堂展览千里镜、地球仪、简平仪等天文仪器。与李之藻联合撰写了《乾坤体义》《经天该》等。书中介绍了地圆论，日球大于地球，月球并不发光等知识。

汤若望和罗雅谷在1630年奉诏参加《祯崇历书》的编修工作。他们采用西法推日月食，"常应验无误"。1646年汤若望将《崇祯历书》改编为《西洋新法历书》。其中采用第谷体系和几何学计



清朝地动仪

地球仪呈蓝色，上绘世界地理图形，字迹清晰。题款"光绪庚辰夏四月右球杨文会仁氏识，善化萧仁杰介生氏书"。

《坤舆万国全图》 意大利人利玛窦于明历三十年(1602)绘制的世界地图。



算方法，同时亦述及伽利略在天文学上的新发现，使欧洲古典天文学知识得以在中国传播。

地学

西方地学知识的传入，以地图的影响最大。明代万历十一年(1583)，利玛窦在广东肇庆第一次展出了他的世界地图。这幅地图有东西两半球、五大洲、经纬度、赤道、南北极和海洋，中国人第一次知道了世界的大体轮廓。康熙皇帝十分重视地图的绘制，他利用在华传教士的技术力量，采用西方先进的测绘理论和方法，发起了全国范围的地图绘制工作。

传教士雷孝思(1663–1738)、白晋和杜德美参加了测绘工作，从康熙四十七年(1708)开始，康熙五十六年(1717)完成，全部测绘资料由杜德美绘成全图，命名为《皇舆全览图》。它采用的是正弦曲线等面积为圆柱投影，即桑逊投影，比例尺为1：140万。其后的《雍正十排图》和《乾隆十三排图》均在它的基础上绘制而成。法国皇家首席地理学家唐维尔所绘《中国新图册》也依据康熙的《皇舆全览图》绘制。

传教士的测绘工作中，直接使用西方的测量法。他们在细致的测量工作中，还发现了地球为扁球体的证据。18世纪初，牛顿的地球扁圆说与卡西尼的长圆说正在争论。我国实测数据证明了



明·龙纹铜体水罗盘

显微镜

利玛窦

(1522–1610)明万历年间旅居中国的耶稣会传教士、学者，意大利人。取汉文名，号西泰，又号清泰、西江。生于意大利中部皇邦安柯那省的马塞拉塔城。曾学法律。1571年在罗马加入耶稣会，继续在耶稣会主办的罗马学院学习哲学和神学，并从师著名数学家克拉维乌斯学习天算。1577年参加耶稣会派往印度传教的教团。4年后被派到中国传教，于万历十年(1582)七月移居韶州，万历二十六年经由南京到达北京，两个月后抵返南京。万历二十八年十二月再到北京，进呈子鸣钟、《万国图志》等物品，得明神宗信任，居住北京。万历三十八年在北京病卒。他在中国度过了后半生。他是第一位阅读中国文字，对中国典籍进行钻研的西方学者。他传播宗教教义，广交中国官员和社会名流，传播西方天文、数学、地理等科学技术知识。士大夫沈一贯、叶向高、徐光启、李之藻、杨廷筠等与之交友，名噪一时。他又向欧洲介绍中国，为中西文化交流做出了贡献。数学著作有与徐光启合著的《几何原本》；地理学有世界地图《坤舆万国全图》；语言学有《西字奇迹》(今改名《明末罗马字注音文章》)等。

牛顿扁圆说的正确，这也是世界科学史上值得称道的科学成就。

物理学

西方传入的物理学知识，瑞士籍耶稣会传教士邓玉函（1576—1630）写的《远西奇器图说录最》介绍得最多。第一卷叙述力学基本知识与原理，包括地心引力、重心、物体比重和浮力学；第二卷介绍简单的机械原理与计算，包括杠杆、滑轮、螺旋、斜面等知识；第三卷记载实用机械知识，有54幅图说。包括起重、取水、转盘、水日晷等。汤若望的《远镜说》最早介绍了光学知识。记载了望远镜的制造原理、工艺流程、使用方法，对光在水中的折射现象，光经凸透镜放大物象的阐述都符合科学原理。

生理与医学知识

邓玉函撰译的《泰西人身概说》是最早向我国介绍西方生理学、解剖学知识的书籍。全书论述了人体骨骼系统、肌肉系统、循环系统、神经

明清时期欧洲国家的科技成就

16世纪，波兰的科学家哥白尼(1473-1543)以科学的日心说否定了在西方统治达1000多年的地心说，"从此自然科学便开始从神学中解放出来"。"科学的发展从此便大踏步地前进。1543年，他发表了《天体运行论》，正确地阐述了地球每天自转一周、每年绕太阳运行一周的规律。

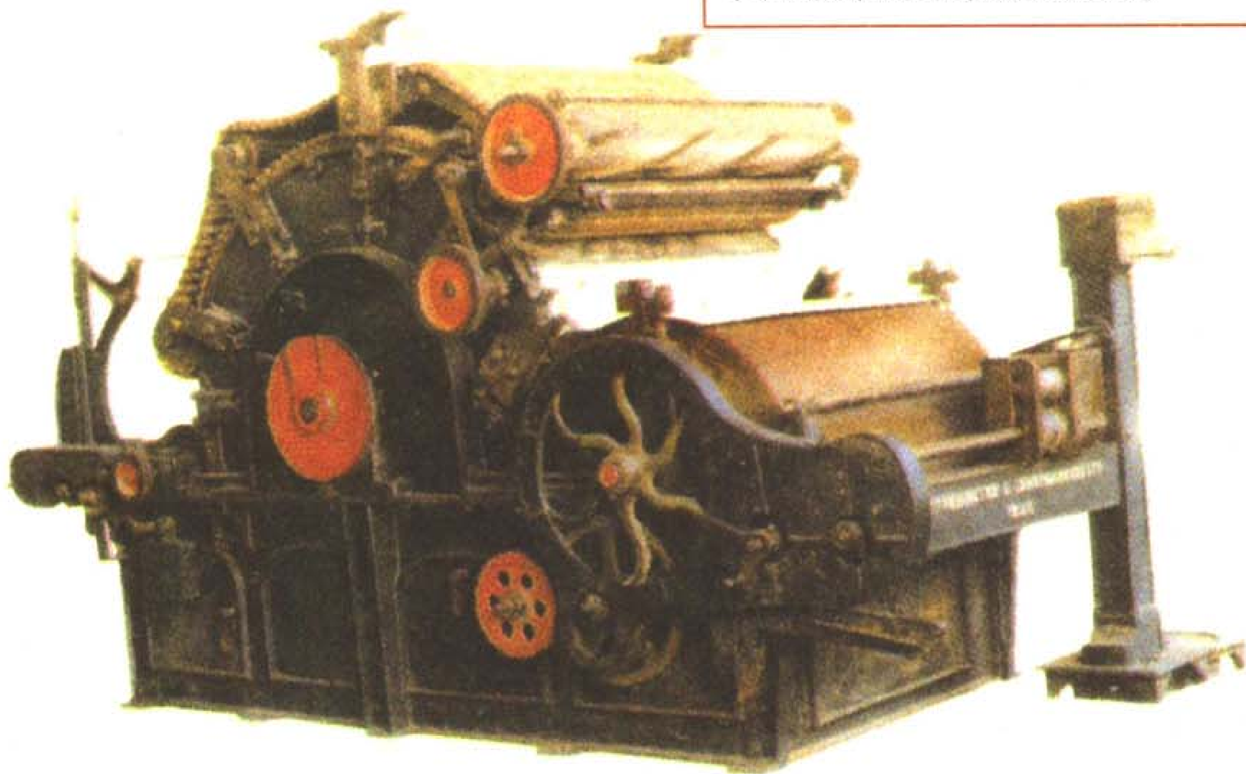
意大利物理学家伽利略(1564-1642)推翻亚里斯多德"物体落下的速度和重量成正比例"的学说，创立了落体定律。他还发现了惯性定律、摆振动的等时性、抛体运动规律等原理。他开始用望远镜观察天体，发现木星四个卫星、太阳黑子、月面不平等成就，成为实验物理学和经典力学的伟大先驱。

英国物理学家牛顿(1642-1727)，在伽利略的基础上，进一步研究，发现了万有引力定律，建立了光谱分析的基础，1704年发表《光学》一书。在数学方面，与莱布尼茨一道创立了微积分。他的《自然哲学的数学原理》于1687年出版，第一次阐述了牛顿力学三定律，奠定了经典力学的基础。

英国生理学家哈维(1578-1657)发现了血液循环的规律，1628年发表了《论心脏与血液的运动》一书，促进了生理学与胚胎学的研究。

英国的生理学家胡克(1635-1703)在用显微镜观察木屑时，发现了细胞，根据弹簧实验提出了胡克定律。

荷兰生物学家列文虎克（1632-1723)，1675年发现了原生动物，1677年描述了哈姆发现的动物精子，并证实精子对胚胎发育的重要性，1683年发现细菌。



纺织梳棉机

重4吨。1895年从英国进口，原由张謇创办的大生纱厂使用。



黄道经纬仪

黄道经纬仪，现存北京古观象台。清康熙十二年(1673)按照欧式结构铸造。主要以测定天体的黄经差、黄纬和二十四节气等。它不仅是中国天文学史上的重要遗迹，也是世界天文学史上的珍贵文物。

系统、感觉系统的构造和生理功能。

法国耶稣会传教士巴多明（1665-1741）撰译了法国著名外科医生迪奥尼的《人体解剖学》8卷，用满文译成。该书系统地讲述了西方人体解剖学的知识，现收藏于法国的图书馆。英国传教士合信编译的生理和医学书籍最多。1851年，他写成了《全体新论》，是一部生理解剖学概论的著作。合信同年还出版了《妇婴新说》一书，介绍西方妇产科和儿科的理论与医疗方法。美国传教士嘉约翰（1824-1901）在中国开办医院，开展医疗工作，传播西方医术，接种牛痘，开展医学教育，招收学徒，培养中国西医。1866年，他的医院附设西医学校。孙中山先生就曾在嘉约翰办的医学学校中学习，共培养医生200多名。

英国圣公会的傅兰雅（1839-1928）是一位多学科传播西方科学知识的翻译家。他在江南制造局做翻译，共译书113种，已刊刻出95种。其中《声学》和《电学》两书，是最早最系统介绍西方声学和电学的专著。他与徐寿合译的《化学鉴原》是最早的无机化学的译著，《化学鉴原续编》是最早的有机化学中译本。

1876年，傅兰雅创办了科技期刊《格致汇编》，前后出版了8年，以通俗的语言介绍各种西方科技知识。1895年，他又在格致书院开办算学讲习班，传授算学知识。

傅兰雅不是耶稣会的传教士，但他却以极大的热情向中国介绍西方的科技知识，被誉为“传科学之教的传士”。他把一生最有为的年华献给了中国人民，他说：“半生心血……惟望中国多兴西法，推广格致，自强自富。”

西方科技的传入在一定的程度上增加了中外科技文化的交流，对闭塞的明清政府带来了一些新鲜空气，但这并没有改变腐朽的封建大厦将欲塌陷的危机。而此时的欧洲，不仅完成了资产阶级革命，而且完成了产业革命，生产力飞速发展。

洋务运动

洋务运动的过程，也是中国半殖民地化逐步加深的过程，洋务运动旧称“同光新政”。1860年后，在中外反动派联合镇压太平天国革命的过程中，清朝封建集团中逐渐形成了一批具有买办性质的官僚军阀。他们在与外国资本主义打交道的过程中，不但认为清政府与外国侵略者的矛盾可以调解和妥协，“借洋助剿”，镇压国内人民的反抗，而且还可以采用一些资本主义生产技术，以达到维护摇摇欲坠的封建统治的目的。这部分人就是当时清政府内当权的洋务派，他们从19世纪60年代至90年代所从事的洋务，史称洋务运动。

洋务派的救国主张是“师夷长技以自强”。洋务运动是洋务派在“自强”、“求富”的口号下进行的一系列活动。主要是采用西方先进技术，创办了一批近代军事工业和民用工业，同时还进行了筹划海防、创办新式学堂、派留学生出国等活动，它也是洋务派的主张在经济、军事、和教育等方面的具体表现。洋务运动的内容很庞杂，涉及军事、政治、经济、外交等，而以“自强”为名，兴办军事工业并围绕军事工业开办其他企业，建立新式武器装备的陆海军，是其主要内容。